

Juuso Autio

Infra-alan siirtymisprosessi tietomallintamiseen ylläpito Hankkeen näkökulmasta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinööritoiminta

2.5.2013

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Juuso Autio Infra-alan siirtymisprosessi tietomallintamiseen ylläpito- keen näkökulmasta 42 sivua + 3 liitettä 2.5.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Päivi Jäväjä Kehittämispäällikkö Tiina Perttula
<p>Infra-alan siirtyminen kohti älykästä mallinnuskulttuuria on hyvässä vauhdissa. Mallintamisen avulla alalla on mahdollisuus niin suunnittelussa, rakentamisessa kuin ylläpidossakin parantaa merkittävästi toimintansa tuottavuutta ja laatua. Toimialan tavoitteena on lähitulevaisuudessa siirtyä tietomallipohjaiseen hankkeiden tilaukseen, toteutukseen sekä infraomaisuuden hallintaan. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi vuonna 2010 perustettiin Infra FINBIM -työpaketti, jonka tehtävänä on luoda edellytykset infra-alan tietomallintamiselle. Insinööriä tehtiin VR Track Oy:lle, joka toimii Infra FINBIM -työpaketin veturiyhtiönä.</p> <p>Insinööriä toteutettiin yhteistyössä toisen opiskelijan kanssa. Tavoitteena oli koota kaikkien käynnissä olevien Infra FINBIM -pilottihankkeiden tiedot ja aineistot katseltavaksi ja ladattavaksi selainpohjaiseen pilottiportaaliin. Kaikki tiedot ovat vielä yritysten omissa tietokannoissa, ja nämä on saatava tutkimuskonsortion yhteiseen käyttöön. Sisältötavoitteena oli luoda yleispätevä ja selkeä ohjeistus ladattavien aineistojen luokittelulle portaalissa, jotta tiedonvientikäytäntöä voidaan hyödyntää laadukkaasti myös jatkossa.</p> <p>Osatavoitteena oli tunnistaa yhden työpaketin pilottihankkeen, "Maintenance BIM", sisäisiä kehitystarpeita eri osapuolten näkökulmista sekä tulkita kaikkien käynnissä olevien pilottien välillä esiintyneitä yhteistä kehitystä vaativia kohteita ja tehdä niiden pohjalta johtopäätöksiä. Hankkeiden tiedonhallintaa ja tiedonsiirron menetelmiä tuli myös tarkastella. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi tiedonkeruun yhteydessä suoritettiin kysely hankkeiden vetäjille ja muille piloteissa mukana olleille osapuolille.</p> <p>Tuloksena saatiin selville olennaisia kehityskohteita, joista merkittävimpana olivat mallinnusohjeiden, -vaatimusten sekä nimikkeistön kehittäminen. Tiedonkeruun tavoitteisiin ei täysin päästy aineistojen toimituksen ja hankkeiden venymisen takia, mutta tiedonkeruu jatkuu vielä myöhemmin erillisenä toimeksiantona saman työryhmän voimin.</p>	
Avainsanat	tietomallinnus, Infra FINBIM, ylläpito, tiedonkeruu, luokitteluohje, kehitystarpeet

Author(s) Title Number of Pages Date	Juuso Autio Transition Process of Infrastructure Field to Information Modeling from Perspective of Maintenance Project 42 pages + 3 appendices 2 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Infrastructural Engineering
Instructor(s)	Päivi Jäväjä, Principal Lecturer Tiina Perttula, Development Manager
<p>The transition process of infrastructure field towards intelligent information modeling is making rapid progress. With the help of information modeling, there is a chance to improve the productivity and quality of design, construction and maintenance in the infrastructure field. The main target in the field of operation is to move on to information model -based order of projects, execution and management of infrastructure property in the foreseeable future. In the year 2010 Infra FINBIM was established to reach these goals and its task is to create conditions for information modeling in the infrastructure field. This thesis was commissioned by VR Track Oy, which is the leading company in Infra FINBIM.</p> <p>The thesis was carried out as teamwork with another student. The main goal was to collect all the information and data from underway Infra FINBIM pilot projects to an internet-based pilot portal for viewing and downloading. All the information is still in the companies' own database and it is necessary to get all the data to shared use of the research consortium. The goal in terms of content was to create generic and clear guidelines for the classification of downloading data in the portal, so that the practice of data entry can be exploited also in future.</p> <p>Another aim was to identify internal targets for development for a pilot project called Maintenance BIM, from perspectives of different parties, and interpret common targets for development between all the underway pilot projects and make conclusions based on all the projects. Data management and transmission methods of the project also needed to be examined. Along with the data acquisition, an inquiry was performed among the leaders and other parties of the projects, to reach the above-mentioned targets.</p> <p>Essential targets for development were discovered as a result, of which the guidelines and demands for modeling and development of the nomenclature were the most important ones. As the delivery of materials and projects was slow, the targets of the data acquisition were not reached, but data acquisition will still continue as separate assignment by the same work team.</p>	
Keywords	information modeling, Infra FINBIM, maintenance, data acquisition, classification guidelines, targets for development

Sisällys

Sanasto

1	Johdanto	1
1.1	Taustaa	2
1.2	Infra FINBIM	3
1.3	Infra FINBIM -työpakettiin liittyvät tutkimus- ja opinnäytetyöt	4
1.4	Tavoitteet ja rajaukset	6
1.5	Tutkimusongelmat	7
1.6	Tutkimusmenetelmät	7
1.6.1	Kirjallisuuslähteet ja web-pohjainen aineisto	8
1.6.2	Tiedonkeruuprosessi	8
1.6.3	E-lomake	9
2	Tietomallinnuksen toiminnan edellytykset infra-alalla	9
2.1	Mallinnusvaatimukset ja -ohjeet	9
2.2	Nimikkeistöt ja InfraBIM-sanasto	10
2.3	Tiedonsiirto ja -hallinta	12
2.4	Järjestelmät	13
2.5	Pilottiportaali	15
3	Infra FINBIM -pilottihankkeet	16
3.1	Katuhankkeet	16
3.2	Tiehankeet	17
3.3	Ratahankeet	19
3.4	Silta- ja taitorakennehankkeet	21
3.5	Vesiväylähankkeet	22
3.6	Pilottihanke: Maintenance BIM	22
4	Tulokset	24
4.1	Tiedonkeruu	25
4.2	Ladattavat aineistot ja luokitteluohje	25
4.3	Käyttäjäkyselyt	27
4.3.1	Tieväylän ylläpidon mallipohjaisen prosessin toimivia työtapoja	28

4.3.2	Tieväylän ylläpidon mallipohjaisen prosessin kehitystarpeita	28
4.3.3	Tieväylän ylläpidon mallipohjaisen prosessin yhteenveto	30
4.3.4	Yhteiset kehitystarpeet	31
4.3.5	Tiedonhallinta	33
5	Johtopäätökset	35
5.1	Tiedonkeruun kehittäminen	35
5.2	Pohdintaa	36
	Lähteet	39
	Liitteet	
	Liite 1. Tiedonkeruulomake	
	Liite 2. Kuvakaappaus pilottiportaalista	
	Liite 3. Pilottien aineistot -taulukko	

Sanasto

BIM	<i>Building Information Model</i> . Rakennuksen tietomalli.
CAD	<i>Computer Aided Design</i> . Tietokoneavusteinen suunnittelu.
Fotogrammetria	Kohteiden kolmiulotteinen mittaustapa kohteesta otetuilla kuvilla, esimerkiksi ilmakuvauks.
InfraBIM	<i>Built Environment Information Model</i> . Inframalli, rakennetun ympäristön tietomalli.
Inframalli	Infrarakenteen tuotemalli.
Inframodel	LandXML-standardiin perustuva tiedonsiirtomenetelmä, jota on sovellettu ja tarkennettu pohjoismaiseen käyttöön.
Konsortio	Organisaatioiden yhteenliittymä, jonka tarkoituksena on näiden etujen ajaminen.
LandXML	Erikoistettu XML-pohjainen formaatti, jota käytetään yleisesti tiedonsiirtoon infran suunnittelussa, maanrakennuksessa, väylien rakentamisessa ja ylläpidossa.
Lähtötietomalli	Eri tietolähteistä saadut tai mitatut tuotteiden, toiminnan ja palveluiden suunnittelua varten hankitut lähtötiedot mallinnettuna digitaalisessa muodossa. Esimerkiksi maastomalli, kaavamalli, maaperämalli ja nykyisten rakenteiden malli.
Mallipohjainen	Tiedon käsittelyn soveltamistapa, jossa esimerkiksi tuotetta kuvataan tietokonesovelluksilla mallina ja sen muodostavina osina, ja sovellukset pystyvät automaattisesti tulkitsemaan mallin sisältämiä tuotetietoja.
Metatieto	Tietoa kuvaileva tieto. Paikkatiedon metatiedon elementit on määritelty ISO 19115 -standardissa. Metatieto kuvailee resurssia.

PRE	<i>Built Environment Process Re-engineering</i> . Vuosina 2010–2013 toteutettava ohjelma, jonka tavoitteena on luoda kiinteistö-, rakennus- ja infra-alalle täysin uusia toimintatapoja ja liiketoimintamalleja.
SHOK	Strategisen huippuosaamisen keskittymä.
Tietomalli	Digitaalisessa muodossa olevan rakennuksen tai infrarakenteen koko elinkaaren aikainen tietojen kokonaisuus.
Toteutusmalli	Infrarakenteen tai -järjestelmän tuotemallin tietosisällön osajoukko, joka kattaa toteutuksen näkökulman.
Tuotemalli	Tiettyä tuotetta kuvaavat tiedot tuotetietomallin mukaisesti jäsennettynä ja tallennettuna tuotetietona, tietokonesovelluksilla tulkittavissa olevassa muodossa.
Tuotetieto	Tuotetta koskevien tietojen esitysmuoto, joka soveltuu ihmisten ja tietokonesovellusten toimesta tapahtuvaan kommunikointiin, tulkintaan ja prosessointiin.
Tuotetietomalli	Tuotetietoja määrittelevä käsitelmä. Tuotetietojen muodollinen määrittely, joka määrittelee tuotetietojen tietosisällön.
Virtuaalimalli	Jalostettu versio muista malleista. Malli sisältää mm. rakennepintojen tekstuureja, valoa, varjoja ja muita detaljeja, jotka tekevät mallista visuaalisesti hyvin todellisuutta vastaavan.
XML	<i>eXtensible Markup Language</i> . Rakenteisten dokumenttien merkkäuskieli, jonka suurin etu on sen laajennettavuus.
Yhdistelmämalli	Eri tietomalleista yhdistetty tietomalli. Voidaan käyttää esimerkiksi törmäystarkasteluissa suunniteltujen ja nykyisten objektien välillä.

1 Johdanto

Infra-alan siirtyminen kohti älykästä mallinnuskulttuuria on kiihtymässä. Mallintamisen avulla infra-alalla on mahdollisuus niin suunnittelussa, rakentamisessa kuin ylläpidossakin parantaa merkittävästi toimintansa tuottavuutta ja laatua. Koko toimialan tavoitteena on siirtyä tietomallipohjaiseen hankkeiden tilaukseen ja toteutukseen sekä infraomaisuuden hallintaan lähitulevaisuudessa. Siirtymisprosessissa on mukana alan suurin tilaaja Liikennevirasto sekä muita infran kärkiyrityksiä, joiden panoksesta muutos toimialalle on mahdollista toteuttaa.

Tietomalli -termi tarkoittaa digitaalisessa muodossa olevan rakennuksen tai infrarakenteen koko elinkaaren aikaista tietojen kokonaisuutta. Tietomalli sisältää kolmiulotteisen esitystavan infrarakenteesta tai rakenteen geometriasta. Tuotemallintamisessa infran eri tekniikkalajien suunnittelutieto kulkee hankkeen vaiheiden läpi rakenteen alustavasta suunnittelusta valmiin rakenteen ylläpitoon asti. Infrarakenteen tietoja on mahdollista tutkailla kolmiulotteisten visualisointien tai kaksiulotteisten piirustusten kautta, kun rakenteesta on laadittu tuotemalli. Ylläpidon merkitys korostuu, kun tiedot rakenteista voidaan tuottaa mallipohjaisesti. Korjaus- ja kunnostustarpeiden ennakointi helpottuu, kun suunnittelu- ja toteutustiedoista on olemassa tuotemallit.

VTT:n tekemän Infra FINBIM -pilottianalyysin perusteella mallinnuksen tuottamat suorat hyödyt on vahvistettu. Mallinnuksella ohjataan tarkempaan työotteeseen ja yhteistyöhön, jossa virheet suunnittelussa huomataan suuremmalla todennäköisyydellä jo hyvissä ajoin. Mallien visualisoinnilla suunnitelmat hahmottuvat nopeammin eri osapuolille, eikä perinteisten tulostuspiirustusten läpikäymiseen tarvitse uhrata kallisarvoista työaikaa. Tehokkaampia työtapoja saavutetaan myös työmaalla, kun mallitietoa saadaan ohjattua suoraan työkoneautomaatiota hyödyntäviin koneohjausjärjestelmiin. Lisäksi mahdollisuus tehdä uusia innovaatioita tietomallien kautta kasvaa merkittävästi.

Tämä insinöörityö tehdään ryhmätyönä toisen Metropolian insinööriopiskelijan, Leevi Laksolan, kanssa. Tuotoksena valmistuu kaksi eri näkökulmista laadittua insinöörityötä, joiden tilaajayritys on VR Track Oy. Yritys toimii veturiyrityksenä Infra FINBIM -työpaketissa, joka esitellään tarkemmin luvussa 1.3. VR Track Oy:n ja Infra FINBIM -työpaketin puolesta yritysohjaajana toimii Tiina Perttula Liikennevirastolta. Insinöörityön

muuta osapuolia ovat Jutta Peura ja Tuula Hakkarainen VTT:ltä sekä Aino Ikäheimo ja Keijo Koskinen Sito Oy:stä.

1.1 Taustaa

Etenkin suunnittelijoiden apuvälineenä jo pitkään käytössä ollut CAD eli tietokoneavusteinen suunnittelu ja sen kehittyminen on luonut pohjaa siirtymisessä älykkääseen kaikki osapuolet kattavaan tietomallijärjestelmään. Ennen vanhaan suunnitelmat laadittiin paperille tai muoville käyttäen tusseja ja viivaimia. Tietoteknisen kehityspolun seurausta on ollut, että suunnitelmat voidaan laatia nykyään digitaalisessa muodossa erilaisilla suunnitteluohjelmistoilla, joista on tuotettu kätevästi erilaisia tulosteita. Uusia haasteita on lisännyt hankkeiden monimuotoisuus, jonka takia tiedon määrä on kasvanut hankkeiden läpiviennissä ja oleellisten tietojen kerääminen on muuttunut vaikeaksi. Tästä syystä infra-alan ohjelmistokehitys on johtanut dokumenttipohjaisten piirustusohjelmien toimintatavan muuttumiseen kohti tuotemallipohjaisia ohjelmistoja. Tuotetietomalleilla avautuu uusia mahdollisuuksia tiedonhallintaan, jossa suunnitelmissa tehdyt muutokset siirtyvät malliin automaattisesti. [1, s. 21–26.]

Tietomallinnusmuutosprosessin vauhdittajaksi perustettiin vuonna 2009 kiinteistö- ja rakennusalan huippuosaamisen pääomasijoitusyhtiö RYM Oy. Yhtiö on vastuussa yritysten ja julkisten innovaatorahoittajien rahoituksen ja tietotaidon sijoittamisesta alan kansainvälisen kilpailukyvyn tärkeimpiin tutkimusaiheisiin. Yhtiön toiminta juontaa juurensa vuoteen 2006, jolloin silloisen pääministerin johtama tiede- ja teknologianeuvosto päätti perustaa Strategisen huippuosaamisen keskittymät eli SHOK:n. Tavoitteena keskittymissä on entistä tiiviimmän yhteistyön edistäminen tutkimusmaailman ja elinkeinoelämän välillä. [2.]

RYM Oy:n PRE-tutkimusohjelmassa keskitytään vuosina 2010–2013 tietomallintamisen kehittämiseen ja hyödyntämiseen. Ohjelman tavoitteena on luoda kiinteistö-, rakennus- ja infra-alalle täysin uusia toimintatapoja ja liikemalleja. PRE-ohjelmassa on mukana 43 osapuolta: 37 yritystä ja 6 tutkimuslaitosta, ja siihen on budjetoitu noin 21 miljoonaa euroa. Ohjelma koostuu kuudesta työpaketista, jotka on kuvattu taulukossa 1. [3.]

Norjassa ollaan tietomallintamisen osalta edelläkävijöitä. Lähes kaikki Norjan tiehallinnon projekteista toimitetaan työmaille digitaalisesti. Infra FINBIM -työpaketin osatehtä-

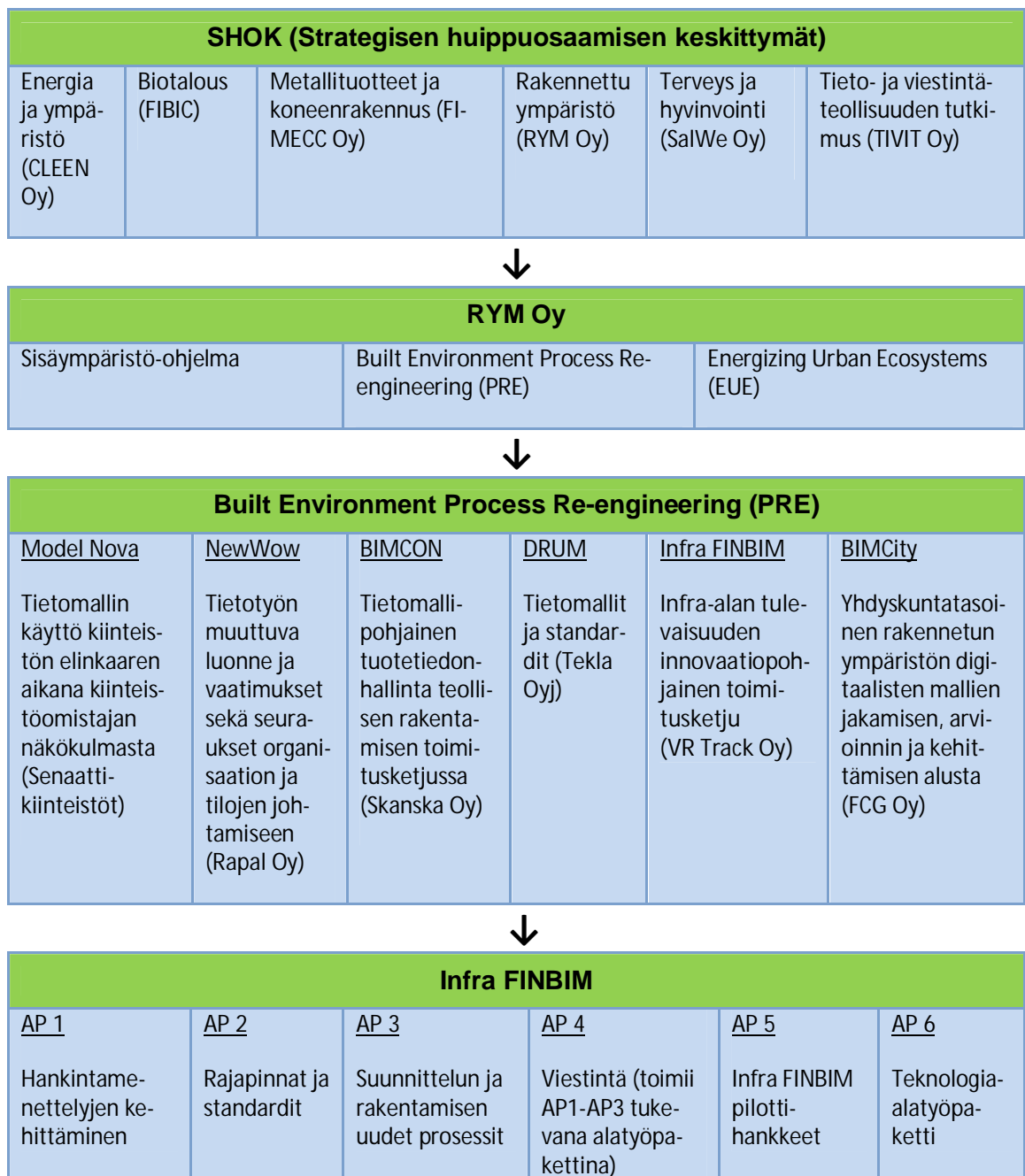
vänä on suorittaa kansainvälistä vertailua tietomallinnuksen toimivuudesta eri maissa. Tähänastinen hidas edistyminen Suomen infra-alan tietomallinnuksessa on johtanut juuri Norjan mallinnustavan toimivuuden vertailuun suhteessa kotimaan hankkeisiin. Vertailun tavoitteena on kerätä oppia ja löytää toimivia suuntaviivoja Suomen infra-alan uudistukselle. Ohjenuoria on otettu myös Suomen talonrakennusalan edistyneemmästä rakennusprosessin tietomallintamisesta infra-alan tietomalliprosessin kehitykseen, muun muassa vuonna 2005 päättyneestä Pro IT-kehityshankkeesta. [4; 5; 6.]

1.2 Infra FINBIM

PRE-ohjelmaan sisältyvän ja vuonna 2010 käynnistyneen Infra FINBIM -työpaketin kunnianhimoisena visiona on, että vuodesta 2014 alkaen suuret infrahaltijat ja -yritykset tilaavat vain tietomallipohjaisia palveluita, joita hyödynnetään kaikissa projektin vaiheissa alkaen suunnittelun tilauksesta päättyen kunnossapitovaiheeseen. Työpaketin tehtävänä on kehittää mallinnusvaatimuksia ja -ohjeistusta infra-alalle. Työpaketilla ei tavoitella suoraan systemaattista muutosta, vaan se luo edellytykset muutoksen tapahtumiselle. Infran haltijoilla on avaimet merkittävimmän muutoksen mahdollistamisessa. Työpaketin budjetti on noin kuusi miljoonaa euroa ja se koostuu 18 yrityksen ja organisaation tutkimuskonsortioista. [7; 8; 9.]

Infra FINBIM on jaettu kuuteen alatyöpakettiin, joiden tehtävänä on kehittää infra-alan mallinnukseen siirtymistä eri näkökulmista. Insinööritoiminta on suurimmaksi osaksi sidoksissa alatyöpakettiin 5, jossa käsitellään Infra FINBIM -pilottihankkeita. Edellä mainittujen alatyöpakettien lisäksi tieväylän hoitoon ja ylläpitoon liittyvästä tietomallinnusprosessista on perustettu oma alatyöryhmä. Taulukossa suluissa olevat yritykset ja organisaatiot kuvaavat, kenen vetovastuulla työpaketti on. [10; Taulukko 1.]

Taulukko 1. Hierarkkinen kaaviokuva käynnissä olevista tutkimusohjelmista. Alimman kategorian AP:t kuvaavat Infra FINBIM -alatyöpaketteja. [10; 11; 12.]



1.3 Infra FINBIM -työpakettiin liittyvät tutkimus- ja opinnäytetyöt

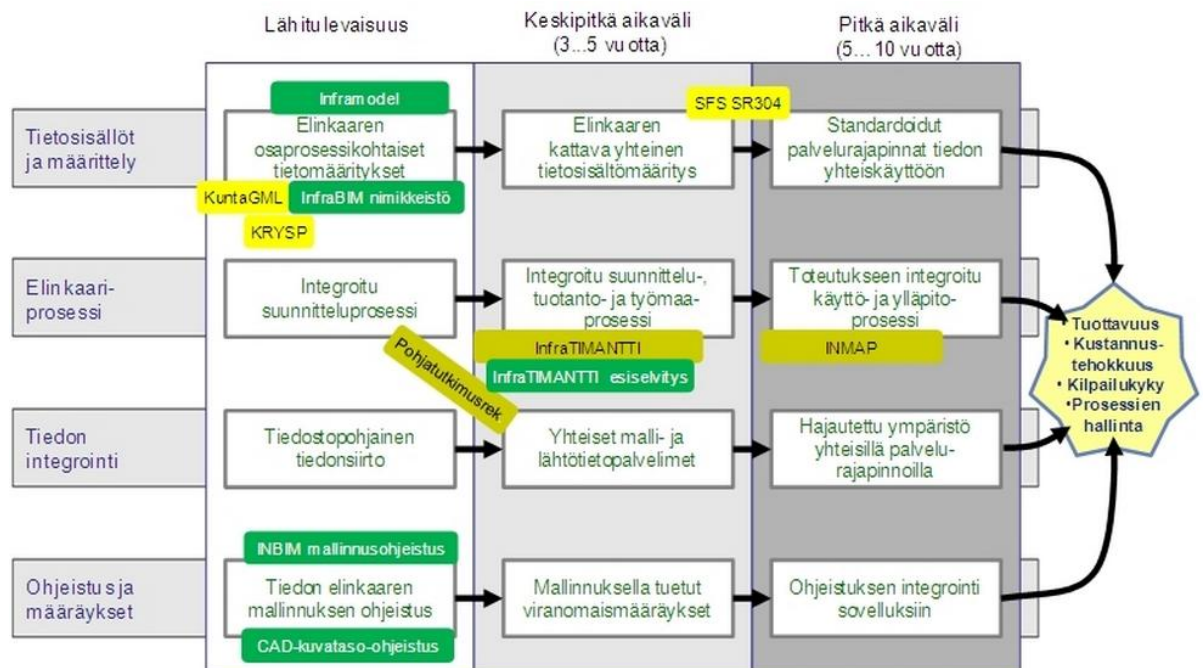
Käynnissä on myös Infra FINBIM -työpakettiin liittyviä tutkimushankkeita. Vuonna 2009 käynnistyneen Infra TM -hankkeen tavoitteena on kohdistaa ja vauhdittaa infra-alan

muutosprosessia tuotemallipohjaisen elinkaaritiedon yhteiskäyttöön. Olennaisia toimintamuotoja hankkeessa ovat

- tietomallintamisen kehittämisen tiekartan kiteytys ja päivitys
- tutkimus-, kehitys- ja pilottihankkeiden aktivointi
- kehitystyön tulosten käyttöönottoa tukeva viestintä. [13.]

Mallinnusohjeiden valmistelu ja alan nimikkeistön laajentaminen tietomallia tukevaksi ovat Infra TM -hankkeen vastuulla. Lisäksi hankkeessa koordinoidaan Inframodel3-tiedonsiirtoformaatin käyttöönottoa ja CAD-tasojärjestelmän laajennusta. Hankkeen rahoittajia ovat Liikenneviraston lisäksi Suomen suurimmat kunnat sekä alan urakoitsijoita edustava Infra ry. Johtoryhmässä ovat edustettuina teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus Tekes sekä Suomen kuntaliitto. [13; 14.]

Infra TM -hankkeeseen liittyy monenlaisia tutkimus- ja kehityshankkeita, jotka osaltaan edistävät kehityspolkua tietomallintamisen tehokkaaseen hyödyntämiseen infra-alalla.



Kuva 1. Infra TM -kokonaisuuteen sisältyvät tutkimus- ja kehityshankkeet. [14.]

Kuvassa 1 on esitetty kaikki projekti, joihin Infra TM -hanke osallistuu sekä tavoitteet, joihin kehitys- ja tutkimushankkeilla pyritään. Lisäksi kunkin vaiheen arvioitu kesto ja

siirtymiseen vaadittava aika on esitetty kuvassa. Tietomalliteknologiaa hyödyntävät infraprosessit eli InfraTIMANTTI on VTT:n laatima tutkimushanke, jonka esiselvitysvaihe toteutettiin vuoden 2010 alkupuolella. Tavoitteena hankkeessa on rakennetun ympäristön elinkaaren aikaisten tietomallipohjaisten prosessien ja liiketoimintamallien kehittäminen. Kuvassa lyhenteellä KRYSP tarkoitetaan seurantahanketta, joka luo pohjaa kunnan rakennetun ympäristön sähköisille palveluille ja INMAP:lla projektia, jossa kehitetään infraomaisuuden tuotemallipohjaista hallintaa. [14; 15; 16.]

Infra-alan tietomallinnusta on tutkittu lukuisilla korkeakoulututkintojen lopputöillä. Suoraan Infra FINBIM -työpakettiin liittyviä opinnäyte- ja diplomitöitä on jo laadittu myös useita. Merkittävin näistä on Juuso Virtasen Sito Oy:lle keväällä 2012 laatima opinnäytetyö ”Väylähankkeen lähtötietomalli ja sen muodostaminen”, josta on sittemmin laadittu koko Infra FINBIM:iä koskeva mallinnusohjeluonnos lähtötietojen vaatimuksille. Pilotihankkeista on tuotettu myös muita opinnäyte- ja diplomitöitä, esimerkkinä Touko Lepäsen talvella 2013 laatima opinnäytetyö ”Tietomallinnus infra-alalla. Case: Storhemntien katupilotti” sekä Liisa Kemppaisen koordinoitumallia käsittelevä opinnäytetyö ”Infrahankeeseen 3D-tuotemallinnusprosessin arviointi ja kehittäminen” (2012), joissa molemmissa toimeksiantajana on toiminut Ramboll Finland Oy. Heikki Paukkerin Meritaito Oy:lle vesiväylärakentamisen mallinnukseen liittyvä diplomityö ”Väyläruoppauksen tietomallipohjaisen prosessin kehittäminen” ja Lauri Häkkisen Lemminkäinen Infra Oy:lle erikoispohjarakentamisen tietomallinnusta käsittelevä ”Tietomallien hyödyntäminen erikoispohjarakentamisen tuotanto-organisaatiossa” valmistuivat syksyllä 2012. [17; 18; 19; 20; 21.]

1.4 Tavoitteet ja rajaukset

Pää tavoitteena insinööriyössä on koota kaikkien käynnissä olevien pilottiprojektien tiedot ja aineistot katseltavaksi ja ladattavaksi pilottiportaaliin. Pilottien tekemiseen on käytetty paljon rahaa ja tietoa on tuotettu paljon, mutta tämä kaikki tieto on vielä keräämättä ja analysoimatta. Tiedot ja aineistot on määrä tuoda yhteisesti näkyville Infra FINBIM -yritysten ja Infra TM -kuntien käyttöön. Kaikki tieto on vielä yritysten omissa tietokannoissa, ja tieto on saatava yhteiseen käyttöön. Sisältötavoitteena on luoda yleispätevä ja selkeä ohjeistus aineiston luokittelulle portaalissa, jotta tiedonvientikäytäntöä voidaan hyödyntää laadukkaasti myös jatkossa.

Insinöörityö käsittelee mallinnusta ylläpito-hankkeen näkökulmasta. Insinöörityöstä rajataan pois ohjelmistojen ja formaattien paremmuuden vertailu sekä suunnittelutyöhön tarvittavan ajankäytön käsittely. Mallipohjaisen infrasuunnittelun näkökulmaa tarkastellaan Leevi Laksolan tekemässä insinöörityössä.

1.5 Tutkimusongelmat

Insinöörityön tutkimusongelmana on tunnistaa piloteissa havaitut ongelmat ja kehitystarpeet. Tavoitteena on tunnistaa väylän ylläpito-hankkeessa esiintyneitä kehityskohteita sekä tulkita kaikkien käynnissä olevien pilottien välillä esiintyneitä yhteisiä kehityskohteita ja tehdä niiden pohjalta johtopäätöksiä. Näiden ongelmien ratkaisemista tukevat seuraavat alakysymykset:

- Mitkä ovat työläimmät ja haastavimmat työvaiheet?
- Mitä toimivia ja hyväksi todettuja työtapoja on löytynyt?
- Mitä ovat jatkotoimenpiteet?

Insinöörityön tutkimusongelmia peilataan mallinnuksen siirtymisprosessin kannalta olennaisimpiin asioihin sekä tutkitaan mahdollisuuksia kehittää mallipohjaista tiedonsiirtoa ja tiedonhallintaa.

1.6 Tutkimusmenetelmät

Insinöörityössä perehdyttiin aluksi käynnissä olevien Infra FINBIM -pilottihankkeiden sisältöön. Pilottihankkeista on luotu pilottikortteja, -suunnitelmia ja väli- sekä loppuraportteja, jotka toimivat tämän insinöörityön suurimpina lähteinä. Hankkeiden tuottamia aineistoja pohdittiin tutkimusongelmien ja asetettujen tavoitteiden pohjalta. Tehtävänä oli aluksi luokitella pilotit karkealla jaolla infran tekniikkalajin, kuten väylätyypin ja infrarakenteen sekä infrahankkeen vaihetta kuvaavien luokkien (hankinta, lähtötieto, suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito) mukaisesti. Näiden pohjalta saatiin rajattua kaksi eri näkökulmaa kahdelle tehtävälle insinöörityölle.

1.6.1 Kirjallisuuslähteet ja web-pohjainen aineisto

Tutkimustyössä syvennyttiin web-pohjaisiin aineistoihin, tietomallinnukseen liittyviin vanhoihin insinööritöihin sekä tutkittiin kirjallisuuslähteitä. Tietomallinnus infra-alalla on vielä suhteellisen uusi käsite, joten kehitystyön johdosta siitä ei ole vielä laadittu mon-
 taa kattavaa ja perinteistä kirjallista aineistoa. Sen sijaan nimikkeistöjä ja sanastoja on laadittu infrarakentamisen alan tietoteknisen terminologian hahmottamiseksi. Myös seminaariesityksiä on pidetty jo useita aiheeseen liittyen, joista löytyy hyvin tietoa Internetistä. Mallinnusohjeita ja uusien ohjeiden luonnoksia valmistuu jatkuvalla syötöllä, kun tietomallinnustyön tuloksia raportoidaan.

1.6.2 Tiedonkeruuprosessi

Alkuvaiheen jälkeen suoritettiin tiedonkeruuprosessi, jossa yrityksiltä ja organisaatioilta kerättiin aineistoa pilottiportaalia varten erillisellä tiedonkeruulomakkeella sähköpostitse. Sähköpostiviestit lähetettiin matkaan helmikuun 2013 alussa kaikille Infra FINBIM -pilottihankkeille, joiden katsottiin olevan käynnissä julkisten pilottikorttien sekä VTT:n laatiman pilottien status-selvityksen perusteella. Vastausaikaa pyydettyjen tietojen toimitamiseen annettiin kolme viikkoa. Sähköposteissa pilottien vetäjiä pyydettiin lähettämään

- hankkeen tietojen pohjalta valmiiksi esitäytetty tiedonkeruulomake tarkastuksineen [Liite 1]
- havainnekuva pilottiprojektista
- projektin aluerajaus paikkatietoformaattina
- mahdollisesti puuttuvat pilottisuunnitelmat sekä väli- ja loppuraportit
- ladattavat aineistot zip-tiedostoina.

Tiedonkeruulomakkeelle lisättiin kysymyksiä pilottien kokemuksista ja kehitystarpeista, joihin toivottiin vastauksia, mikäli hankkeiden loppuraportit eivät olisi ehtineet valmistua aineiston palautuspäivään (28.2.2013) mennessä. Palautuspäivän lähestyessä hankkeiden vetäjille lähetettiin vielä muistutusviesti toimitettavista aineistoista.

1.6.3 E-lomake

Tutkimuksen loppuvaiheessa laadittiin Metropolian verkkoon tiedonkeräyksen nopeuttamiseksi selainpohjainen kyselylomake, jonka toivottiin madaltavan ja helpottavan kynnystä nopeaan vastaamiseen. Kyselyn rakenne muodostui kahdesta osasta, molemmissa yhteensä kahdeksan kysymystä. Ensimmäiseen osaan lisättiin muodoltaan samat kysymykset, jotka olivat jo esillä tiedonkeruulomakkeessa [Liite 1]. Toinen osa käsitteli pilottihankkeiden mallintamisprosessin tiedonhallintaa. Kyselyn tavoitteena oli lisätä insinööritöiden syvyyttä ja tutkimuksellisuutta. Esitietoihin asetettiin täytettäväksi taustatiedot vastaajasta, johon lukeutui vastaajan rooli hankkeessa työtehtävineen sekä vastaajan ikä. E-lomakkeen tiedotuksessa pyrittiin eri tiedonvälityskanavilla tavoittamaan mahdollisimman monia hankkeisiin osallistuneita osapuolia pilottien vastuukäyttäjien lisäksi aina suunnittelijoista mahdollisiin urakoitsijoihin asti. Lomakkeessa esitetyt tiedonhallinnan lisäkysymykset löytyvät kappaleesta 4.3.5.

2 Tietomallinnuksen toiminnan edellytykset infra-alalla

2.1 Mallinnusvaatimukset ja -ohjeet

Tietomallintaminen on infran eri osapuolille uusi toimintatapa, joten tästä syystä alalle tulee luoda yhteiset pelisäännöt. Mallinnusvaatimuksilla helpotetaan kaikkien osapuolten toimintaa luomalla täsmälliset määrittelyt siitä, mitkä tehtävät kuuluvat hankkeen toimeksiantoon. Ohjeiden avulla hankkeen osapuolet voivat sopia hankekohtaisesti tiedonsiirtotavoista, vastuukysymyksistä, velvoitteista ja mallinnustehtävien sisällöstä. Yksi Infra FINBIM -työpakettin päätavoite on tuottaa ohjeistusta mallipohjaiselle toiminnalle. Ohjeistus pohjautuu pitkälti hankkeiden kautta tuleviin kokemuksiin ja dokumentointiin. Ohjeistukset eivät synny itsestään, vaan jatkuvalla kehityksellä, ohjeluonnosten testauksella ja uusilla piloteilla, joilla saavutetaan mallinnusvaatimusten muodostamiselle asetetut tavoitteet. Valmiit ohjeistukset toimivat pohjana uusissa tietomallipohjaisissa hankkeissa sekä koulutuksissa oppimateriaalina, jotta tulevaisuuden toimintamalliin saadaan vaadittavaa osaamista kehitettyä laajalla rintamalla. [6.]

Taulukko 2. Infra FINBIM -mallinnusvaatimukset. [22.]

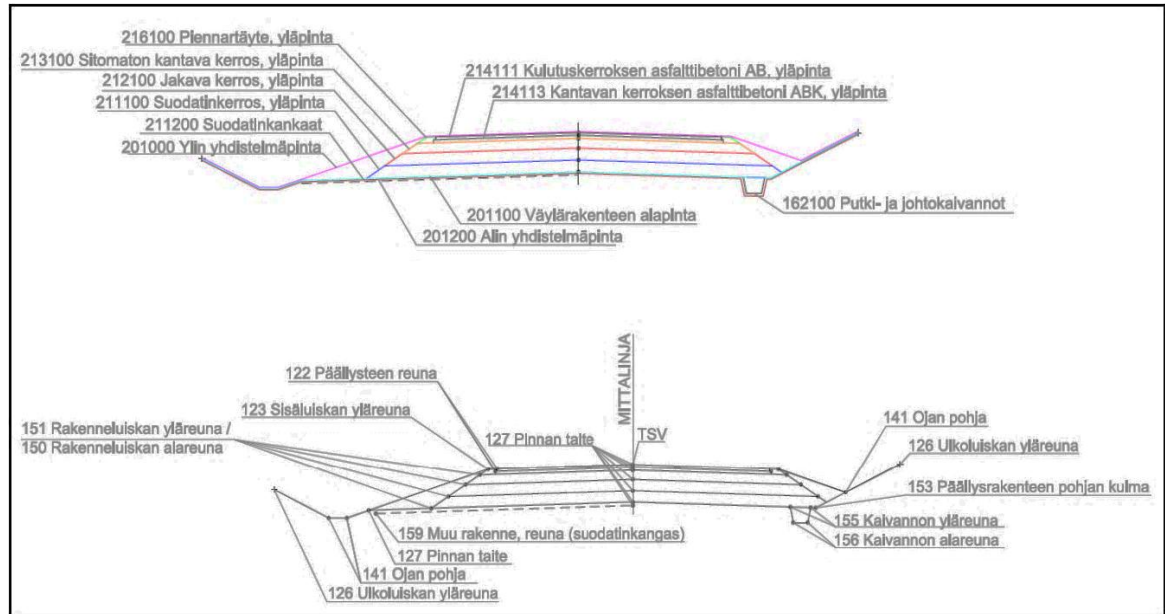
Infra FINBIM -mallinnusvaatimukset	
1.	Yleiset vaatimukset
2.	Lähtötietojen vaatimukset
3.	Mallinnus hankkeen eri vaiheissa
4.	Rakennemallit; Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päällys- ja pintarakenteet
5.	Rakennemallit; Järjestelmät
6.	Rakennemallit; Rakennustekniset rakennusosat
7.	Inframallinnuksen laadunvarmistus
8.	Määrälaskenta, kustannusarviot
9.	Havainnollistaminen, visualisoinnit
10.	Analyysit, simuloinnit ja rakenteiden mitoitus
11.	Tietomallin hyödyntäminen eri suunnitteluvaiheissa
12.	Tietomallin hyödyntäminen infran rakentamisessa
13.	Tietomallin hyödyntäminen infran käytössä ja ylläpidossa
14.	Tietomallipohjaisen hankkeen johtaminen

Taulukossa 2 on esitetty kaikki alustavat mallinnusohjeistusta vaativat kohteet. Kohdistusta 2. "Lähtötietojen vaatimukset" sekä 12. "Tietomallin hyödyntäminen infran rakentamisessa" on jo laadittu luonnosversiot Infra FINBIM -työpakettin arvioitavaksi.

2.2 Nimikkeistöt ja InfraBIM-sanasto

Yhteisiin pelisääntöihin sisältyy myös nimikkeistöjen ja käsitteiden määrittely. Infra FINBIM -alatyöpakettin 2 tehtävänä on kehittää nimikkeistöä ja InfraBIM-sanastoa, jotta alalla puhutaan samaa kieltä. InfraBIM-nimikkeistön pohjana toimii Infra 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Nimikkeistöjen laatimisen tavoitteena on saada alalle yhtenäinen numerointi- ja nimeämiskäytäntö, joka palvelee infrarakenteita ja -malleja koko elinkaaren ajan lähtötietojen hankinnassa, suunnittelussa, toteutuksessa, toteuman mittauksessa sekä ylläpidossa. Nimikkeistön tuoreimmassa versiossa on esitetty väylärakenteiden (tie, katu, rata ja vesiväylä) numerointi- ja nimeämiskäytännöt. [23.]

Alla olevissa kuvissa on esitetty numerointi- ja nimeämiskäytäntöjä yksiajorataisen tien rakennepinnoista ja taiteviivoista. Merkinnoilla on tarkoitus hahmottaa, mitä kukin numeromerkintä vastaa mallipohjaisessa tierakenteessa.



Kuva 2. Yksiajorataisen tien rakennepinnat ja taiteviivat numeroituna InfraBIM-nimikkeistössä. [23.]

InfraBIM-sanastolla voidaan havainnollistaa rakennetun ympäristön tietomallia ja infra-alan tietotekniikan aluetta tukevaa terminologiaa. Siirtymisprosessin myötä alalle tulee uusia tuntemattomia sanoja ja lyhenteitä, jotka tulee saada selkokielellä esitetyksi varsinkin tulevaisuudessa tietomallinnusta hyödyntäville tahoille. Sanasto on koottu Infra TM -hankkeen yhteydessä ja se on muokattu vastaamaan Infra FINBIM -työpaketin tarpeita. Sanasto on jaettu kahteen osaan: lyhyeen ja laajennettuun sanastoon. Lyhyessä sanastossa on listattuna olennaisimmat infraan liittyvän tietotekniikan ja mallintamisen termit sekä valikoidut lyhenteet, joista käyttäjä voi löytää tarvitsemansa peruskäsitteet mallintamisesta. Laajennettuun sanastoon on sisällytetty osittain samoja sanoja ja termejä kuin lyhyeen sanastoon, mutta näiden lisäksi aihepiiriin liittyviä tarkempia lyhenteitä. InfraBIM-sanasto perustuu talonrakennuksen ja kiinteistönpidon vastaavaan sanastoon, joka on koottu Pro IT-hankkeen aikana. [24.]

2.3 Tiedonsiirto ja -hallinta

Infran elinkaaren hallinnan kannalta tiedonsiirto on merkittävässä roolissa. Miten tietoa saadaan siirrettyä ohjelmistojen välillä sujuvasti ja miten varmistetaan, ettei tietoa häviä matkan varrella? Muun muassa näihin kysymyksiin pyritään löytämään toimivia keinoja Infra FINBIM -työpaketin avulla. InfraBIM-sanastossa tiedonsiirto-termi on määritelty tietojen siirroksi sovellusten välillä. Ongelmia tiedonsiirron nykytilanteessa aiheuttavat lukuisat tiedon tallennukseen ja siirtoon tarkoitetut tiedonsiirtoformaatit, jotka ovat muodostuneet ohjelmistojen tietoteknisen kehityksen tuloksena. Tietoa siirretään monien osapuolten välillä kuva- ja tekstitiedostojen avulla. Tiedonsiirto mallipohjaisissa hankkeissa tapahtuu vielä tässä vaiheessa tyypillisesti avoimen tiedonsiirtoformaatin välityksellä. [1, s.45; 24; 25.]

Tiedonsiirron kehityspolun päässä on yhteiseen tuotetietomalliin perustuva tiedonvaihto. Inframodel -menetelmän kehittäminen on tuottanut uudenlaisen toimintamallin, jossa ohjelmistot tuottavat tiedon vakimuotoisena siten, että se on mahdollista lukea tiedonsiirtoformaattien avulla muihin järjestelmiin. Inframodel on kansainväliseen LandXML-standardiin perustuva tiedonsiirtomenetelmä, jota on sovellettu ja tarkennettu pohjoismaiseen käyttöön. Inframodelista on tehty laajennuksia. Vuosina 2002–2003 toteutettu Inframodel ja sen jatkokehityksestä seurannut laajennushanke Inframodel2 (2005–2006) loivat pohjaa avoimen tiedonsiirtoformaatin hyödyntämiseen infrahankkeiden tiedonsiirrossa. Kehitys on johtanut kohti Inframodel3-tiedonsiirtoformaatin käyttöönottoa, jota pilotoidaan ja koestetaan Infra FINBIM -työpaketissa. Formaatti on tarkoitus ottaa käyttöön vuonna 2014. Kaikki tiedonsiirron kehityshankkeet tähtäävät ohjelmistoriippumattomaan, avoimeen ja yhtenäiseen InfraBIM-tuotemalliin, joka ei ole sidoksissa tiedonsiirtoformaatteihin. [25; 26; 27.]

Tiedonhallinta on määritelty InfraBIM-sanastossa seuraavalla tavalla:

Tietoja koskevien standardien ja prosessien, tietojärjestelmien ja teknologioiden integrointia tiedon tuottajien ja sen käyttäjien välisen tiedonsiirron mahdollistamiseksi, tukemaan organisaation tavoitteita [24].

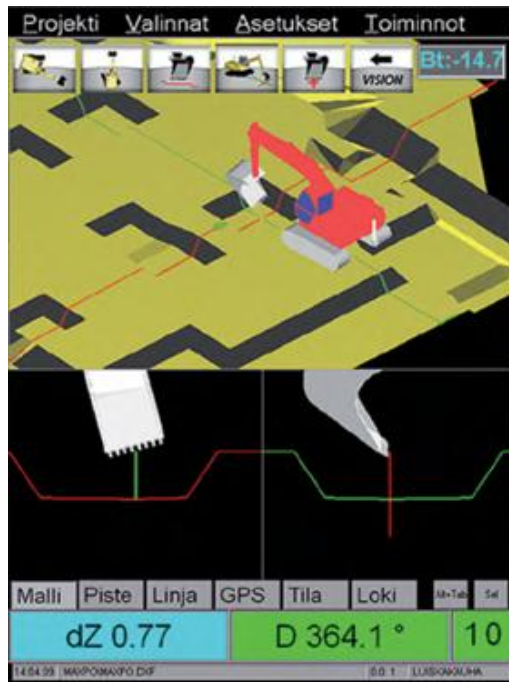
Insinööriyön tutkimusongelmiin lukeutui tiedonhallinnan näkökulma, miten tuotettua tietoa järjestetään tehokkaasti tietokoneissa oleviin tietokantoihin? Tiedon suuri määrä kaikkine lähtöaineistoineen ja metatietoineen asetti kysymyksen, kuinka tietoa hallitaan? Jokaisen projektin onnistumiseen vaaditaan laadukasta tiedon jäsentelyä ja hal-

lintaa. Tästä syystä työssä todettiin tarpeelliseksi kehittää kysymyksiä pilottihankkeissa mukana olleille osapuolille koskien pilottihankkeiden tiedonhallintaa, jota selvitettiin selainpohjaisella kyselylomakkeella.

2.4 Järjestelmät

Edellisessä kappaleessa mainitun tiedonsiirron ja tiedonhallinnan lisäksi suunnitteluohjelmistoilla on suuri merkitys tietomallintamisen mahdollistamisessa infra-alalla. Suunnitteluohjelmistoja löytyy lähes kaikille infra-alan tekniikkalajeille, sillä ohjelmistot sisältävät erilaisia toiminnallisuuksia infrasuunnittelun eri tarpeita varten. Tietoteknisen kehityksen johdosta ohjelmistojen toiminnallisuudet tukevat nykyisin perinteisen CAD-suunnittelun lisäksi mallinnusta. Suomen markkinoilla tunnetuimmat infrasuunnitteluun tarkoitetut suunnitteluohjelmistot ovat Novapoint, Tekla Xstreet ja Tekla Structures sekä Citycad. [1, s.28–31.]

Suunnittelupöydällä laadittujen tietomallien myötä mahdollistuu automatisoitujen koneohjausjärjestelmien käyttö työmaalla. Koneohjauksella tarkoitetaan sellaista järjestelmää, joka työkoneeseen asennettuna paikantaa työkoneen sijainnin ja havainnoi sen liikkeitä. Kun koneohjaukseen vaadittava toteutusmalli on suunniteltu, se voidaan siirtää USB-muistitikulla suoraan työmaalle ja käyttää sitä maanrakennuskoneiden, esimerkiksi tiehöylien ja kaivinkoneiden ohjauksessa. Kolmiulotteista koneohjausta hyödyntämällä voidaan työskennellä ilman korkopisteiden merkitsemistä maastoon. Kolmiulotteiset työsuunnitelmat näkyvät koneohjausjärjestelmän näytöruudulla, mikä havainnollistaa kuljettajalle kaivutason ja -alueen rajat sekä auttaa tätä suoriutumaan vaativimmistakin työkohteista. [28; 29.]



Kuva 3. Näkymä kuljettajalle koneohjausjärjestelmän näytöllä. [30.]

Saavutettujen kokemusten perusteella koneohjausjärjestelmien etuja ovat ajan, kustannusten ja henkilöresurssien säästö sekä virheiden minimointi. Koneohjausjärjestelmien toiminnasta ja käyttösovelluksista on kerrottu tarkemmin Juha-Matti Niemisen opinnäytetyössä ”Koneohjaus maanrakennustyössä”, joka on tehty Saimaan ammatti- korkeakoulussa vuonna 2011. [29; 31; 32.]

Lähtötietojen saaminen ja hankinta mallipohjaisena mallinnusprojekteihin on yleistynyt viime aikoina. Geologian tutkimuskeskukset (GTK) on mahdollista tilata nykyään digitaalisessa muodossa olevia maaperämalleja, jotka sisältävät maalajikerrosten likimääräiset rajapinnat kolmiulotteisessa muodossa. Maanmittauslaitokselta voidaan tilata laserkeilattua aineistoa, jota käytetään muun muassa maastomallien muodostamiseen. Laserkeilausaineisto kuvaa maanpintaa ja maanpinnalla olevia kohteita kolmiulotteisesti pistemäisessä muodossa. Järjestelmissä kehityksen kohteena ovat vielä johtotietojärjestelmät, joiden mukaantulo kehitystyöhön mahdollistaisi lähtötietomallien entistä nopeamman ja virheettömän muodostamisen. Osa saatavasta johtotiedon lähtöaineistosta siirtyy jo nykymallin vaatimusten mukaisesti helposti ohjelmistoihin, mutta epämääräisempi aineisto vaatii vielä manuaalista hiomista. Haasteena on määrittää, kenen vastuulla on johtotietojärjestelmien mallipohjaisen tiedon ylläpito, johtoverkoston omistajilla vai maanomistajilla? [33; 34.]

2.5 Pilottiportaali

Tässä luvussa kuvataan insinööriyöhön ja Infra FINBIM -työpakettiin olennaisena osana kuuluva pilottiportaali, jonne pilottihankkeissa kerätyt aineistot tulevat näkyville luokiteltuna ja eroteltuna toisistaan. Ensimmäisessä kappaleessa kuvataan portaalin tilauksen sisältö ja syyt pilottiportaalin pystytykseen. Toisessa kappaleessa esitellään yleisesti portaalin sisältöä.

Pilottihankkeiden toteutukseen on kerätty paljon rahaa ja tietoa on tuotettu yritysten ja organisaatioiden sisällä, mutta tämä kaikki tieto on vielä keräämättä ja luokittelematta yhteisesti näkyville. Tätä varten Infra FINBIM -alatyöpaketti 5 ohjausryhmän päätöksellä Sito Oy:ltä tilattiin lokakuun 2012 alussa pilottiportaalin toimitus. Tilaus sisältää pilottiportaalisivuston pystyttämisen, kaikkien pilottiprojektien aineistojen viemisen portaaliin katseltavaksi ja ladattavaksi sekä 13 kuukautta ylläpitoa palvelulle. Pilottiportaalin käyttö on tarkoitettu kaikille konsortiosopimuksessa mukana oleville osapuolille: yrityksille, organisaatioille ja kunnille. Lisäksi on erikseen päätetty, että myös alan oppilaitokset saavat pilottiportaalin ja sen sisältämät materiaalit käyttöönsä. [35.]

Pilottiportaali on selainpohjainen vuorovaikutteinen paikkatietopalvelu, jonka pohjalla on valtakunnallinen taustakartta. Kartalla voi liikkua vapaasti valtakunnan rajojen sisäpuolella. Karttanäkymän vasempaan yläkulmaan tulee luettelo kaikista Infra FINBIM -pilottihankkeista, jotka ovat luokiteltu joko liikenneväylätyypin tai infrarakenteen luokan mukaisesti alakategorioihin. Piloteista esitetään kartalla aluerajaukset, joita klikkaamalla aukeaa puhekupla perustiedoista ja näkymä siihen liitetystä dokumenteista. Perustietonäkymässä on lyhyt kuvaus pilottihankkeesta sekä pilotin yleistiedot, mukaan lukien projektiin osallistuneet osapuolet, tilaaja sekä pilotin aikataulu. Liitetyt dokumentit ovat linkkejä, joiden kautta voi ladata omalle koneelle dokumentteja, kuten pilottikortteja tai raportteja sekä suunnitelma-aineistoja. Perustietojen lisäksi lomakkeelle voidaan lisätä linkkejä muille sivustoille, joiden katsotaan olevan merkityksellisiä suhteessa pilotin sisältöön. Palvelu toteutetaan suomen ja englannin kielellä. Kuvakaappaus portaalista on esitetty liitteessä 2. [35; 36; Liite 2.]

3 Infra FINBIM -pilottihankkeet

Tässä luvussa esitellään kaikki insinööriyöhön liittyvät Infra FINBIM -pilottihankkeet, joilta on kerätty tietoja ja aineistoa. Kaikki käynnissä olevat pilottihankkeet esitellään yleisellä tasolla, mutta tieväylän ylläpito-hankkeeseen perehdytään syvällisemmin. Tarkasteltavia pilotteja on ollut yhteensä 24 [Liite 3]. Pilotteja on ollut käynnissä epätasaiseen tahtiin: osa on jo edennyt arviointivaiheeseen ja osa on vasta alkumetreillä. Lisäksi uusia pilotteja käynnistyy sitä mukaa kuin hankkeiden läpiviemiseen löytyy tekijöitä, sillä tarvetta lisäkokemuksille ilmenee jatkuvasti. Mallinnusohjeiden laatimiseksi tarvitaan tarpeeksi kattavia tuloksia ja kokemuksia piloteista, jotta ohjeilla olisi käyttöarvoa tulevaisuudessa.

Piloteista on laadittu pilottikortteja, jotka ovat julkisesti esillä verkko-osoitteessa www.infrabim.fi. Listalla on tällä hetkellä yhteensä 28 pilottihankkeen pilottikortit, joista osa ei ole vielä käynnistynyt pilottien toteutusmuodon ollessa määrittelemätön tai läpivientiin ei ole vielä löytynyt vaadittavia resursseja. [37.]

3.1 Katuhankkeet

Tuotemallipohjaista katu- ja kunnallistekniikan suunnittelua on pilotoitu eri puolilla Espoota erilaisissa ympäristöissä. Pilotteja on pyöritetty neljän eri suunnittelutoimiston voimin, jossa kukin laatii käytössään olevilla ohjelmistoilla suunnittelukohteestaan rakennussuunnitelman. Kaikissa katuhankeissa tilaajana toimii Espoon kaupungin Tekninen keskus. Alla on lueteltu pilottihankkeiden nimet ja veturiyitykset:

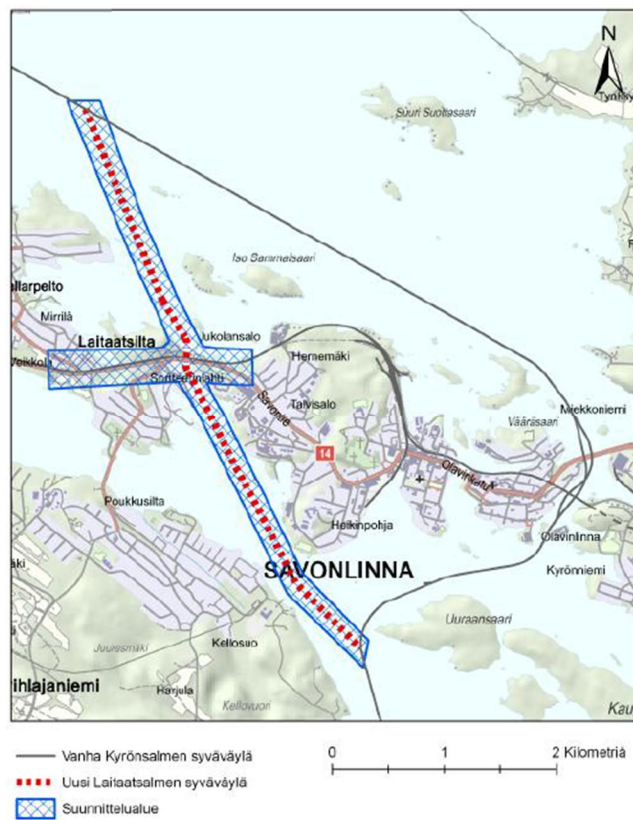
- Vanha Kirkkotie, Sito Oy
- Bassenkylä, Pöyry Finland Oy
- Storhemtintie, Ramboll Finland Oy
- Tammitie, FINNMAP Infra Oy. [38.]

Hankkeissa olennaisena osana on tuotemallimuotoisen suunnitelmätiedon sähköisen siirron testaus työmaan koneohjausjärjestelmiin. Katupilotteihin perehdytään tarkemmin Leevi Laksolan insinööriyössä, jossa käsitellään mallipohjaisia suunnitteluhankkeita.

3.2 Tiehankkeet

Varsinaisia tietomallipohjaisia tiepilotteja on yhteensä kuusi. Hankkeita on toteutettu ympäri Suomea. Näistä väylän parantamishankkeita ovat pilottihankkeet Valtatie 7 parantaminen moottoritieksi Haminan kohdalla, Valtatie 8 (Sepänkylän ohitustie) parantaminen Vaasassa välillä Kotiranta-Stormossen sekä Valtatie 25 parantaminen keskikaidetieksi Raaseporissa välillä Meltola-Mustio. Tiehankkeisiin kuuluu lisäksi NCC Roads Oy:n vetämä ”Maintenance BIM”, jossa kehitetään tieväylien hoidon ja ylläpidon tietomallipohjaista prosessia. Hankkeen sisältöä on avattu tarkemmin luvussa 3.6, jossa perehdytään insinööriyössä rajattuun tieväylän ylläpito-hankkeen näkökulmaan. [37.]

Tiehankkeeksi luetaan myös pilottihanke Valtatie 14 Savonlinna: Laitaatsalmen tie-, rata- ja syväväyläjärjestelyt. Hanke on tiesuunnitelmavaiheessa. Hanketta pidetään koko Infra FINBIM -työpakettin pääpilottina, sillä se on infrakohteena moniulotteinen ja siihen kuuluu haastavana osana monen eri väylätyypin ja infrarakenteen mallintaminen. [38.]



Kuva 4. Pilottihanke Vt 14 Savonlinna: Laitaatsalmen tie-, rata- ja syväväyläjärjestelyt. Sijainti ja suunnittelualue. [39.]

Hankkeessa on tarkoituksena siirtää nykyinen Saimaan syväväylä kulkemaan Laitaatsalmen kautta [Kuva 4]. Liikennejärjestelyjen muutoksen pohjalla ovat Kyrönsalmen kohdalla avattavat tie- ja rautatiesillat, jotka ruuhkauttavat ajoneuvoliikennettä varsinkin kesäisin mahdollistaen suurikokoisen laivaliikenteen kulun salmen läpi. Lisäksi Kyrönsalmen ahdas vesiväylä ja voimakas virtaus ovat vaikuttaneet syväväylän siirtoon Laitaatsalmen kohdalle.

Suunniteltavia rakentamistoimenpiteitä pilotissa ovat:

- Valtatien rakentaminen nelikaistaiseksi n. 1,5 km osuudella, jossa tehdään muutoksia myös katuverkkoon.
- Kahden maantiesillan (n. 530 m) rakentaminen, johon sisältyy hissitornit kevyen liikenteen käyttöön.
- Rautatien parantaminen n. 0,8 km osuudella, johon sisältyy käännettävän ratasillan rakentaminen Laitaatsalmen kohdalle.
- Laitaatsalmen syväväylän ruoppaus- ja täyttötoimenpiteet. Nykyistä Laitaatsalmessa olevaa väylää oikaistaan ja levennetään syväväylävaatimusten mukaiseksi. [38.]

Hankkeessa tuotetaan yhdistelmämalli, joka koostuu lähtötietomallista sekä eri tekniikalajien suunnittelumalleista.



Kuva 5. Yhdistelmämallin muodostaminen Laitaatsalmen pilottihankkeessa [39.]

Yhdistelmämallin tarkoituksena on helpottaa törmäystarkasteluja eri rakennusosien ja rakenteiden välillä. Sitä hyödynnetään myös virtuaalimallin laatimisessa.

Hankkeen veturiyhteyksinä toimii Ramboll Finland Oy. Sito Oy:ltä tilattiin erillisenä toimeksiantona kohteen lähtötietoaineistojen koonti lähtötietomalliksi, josta on osatuloksesta laadittu lähtötietomallia koskevat mallinnusvaatimukset sekä insinööritoimisto. [17; 38.]

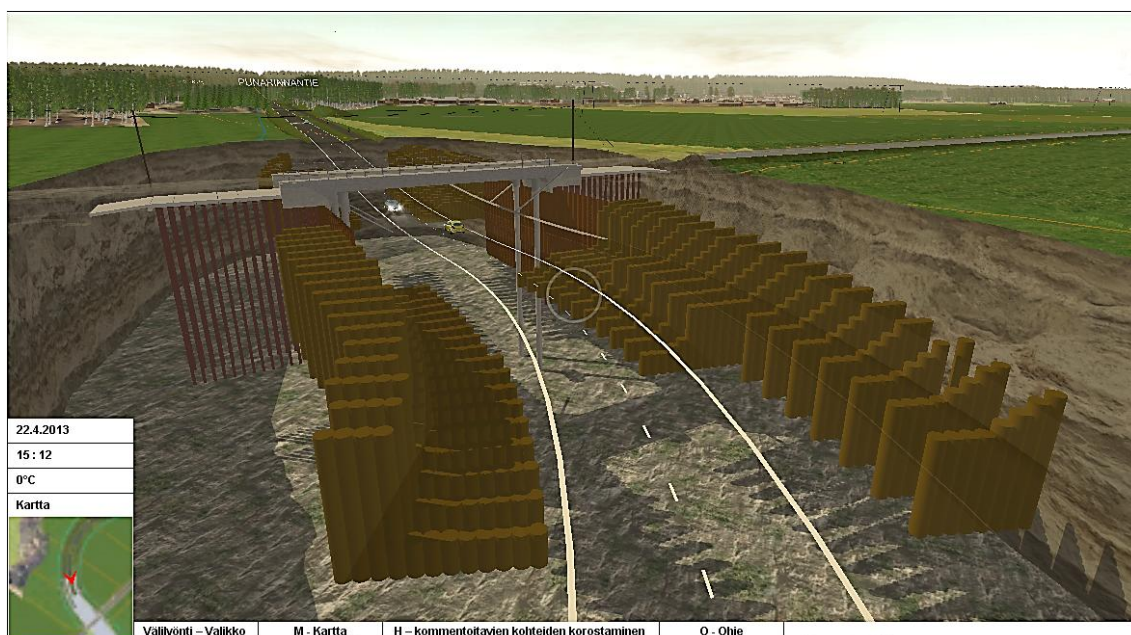
3.3 Ratahankkeet

VR Track Oy:n pilottihanke ”Mallipohjainen radanrakentamisen automaatio” on yksi loppuraportointia myöten valmistuneista ja arviointivaiheeseen siirtyneistä pilottihankkeista. Pilotti sijoittuu infran elinkaareissa välille suunnittelu-rakentaminen-rakennetun todentaminen. Hankkeessa testattiin ja täydennettiin radanrakentamisen näkökulmasta Infra FINBIM -työpaketissa luotua Väylärakenteen toteutusmallin laatimisohjetta ja InfraBIM-nimikkeistöä. Tavoitteena oli muotoilla ja kehittää Väylärakenteen toteutusmallin laatimisohjetta vastaamaan radanrakentamiseen tarvittavia määräyksiä ja testata määritysten soveltuvuutta pilottikohteissa. Täydennetyllä ohjeella pyrittiin kehittämään rata-suunnittelua siten, että ratahankkeissa on mahdollista laatia suoraan koneohjauksessa toimivia toteutusmalleja ilman, että niitä joudutaan erikseen viimeistelemään ennen toimittamista työmaalle. Lisäksi pilotissa tutkittiin radanrakentamisen työtehtäviin soveltuvan laadunvalvontamenetelmän mahdollisuuksia, jossa arvioitiin mallipohjaisen työ-koneautomaation soveltuvuutta toteutuksen mittauksessa ja toteutusmallin muodostamisessa. [40.]

Lumitöiden estekartoitus on toinen VR Track Oy:n vetämä radanhoitoon liittyvä hanke, jossa tutkitaan esteiden kartoitukseen tehokkaita menetelmiä ja selvitetään estetietojen hyödynnettävyyttä infran omistajalle ja muille toimijoille. Lumitöissä rikottujen laitteiden korjauksiin käytetään vuosittain noin puoli miljoonaa euroa, jossa vahingot tapahtuvat pääasiassa ratapihoilla. Tavoitteena on löytää keinoja vahinkojen minimoimiseksi hyödyntämällä muun muassa koneohjausta ja todeta tietomallin avulla laitteiden sijainnit. Pilotin loppuraportti valmistuu kesällä 2013. [38.]

Pilottihankkeessa ”Nissolan ratasuunnitelma” tietomallintamista hyödynnetään rautateiden tasoristeysten poistossa. Keskeisenä asiana hankkeessa on kerätä palautetta yleisöltä virtuaalimallin sekä kaikille avoimen web-mallin kautta. Nissola sijaitsee Vih-

dissä ja osapuolia hankkeessa ovat Liikennevirasto (tilaaja), Sito Oy (suunnittelija) sekä Vihdin kunta. Pilotti on tässä vaiheessa vielä kesken. [38.]



Kuva 6. Kuvakaappaus Sito Oy:n laatimasta Nissolan web-mallista. Kuvassa siltarakenteet. [41.]

Web-malli on tuotettu hyödyntämällä peliteknologiaa ja sitä on käytetty kohteen esittelyyn ja avoimeen palautteenjättöön. Mallissa voidaan liikkua avatar-hahmolla tai valita muun muassa lento-ominaisuus. Mallia voidaan tarkastella erilaisista näkymistä, kuten esimerkiksi kuvassa olevien siltarakenteiden perspektiivistä. [41; Kuva 6.]

Jorvaksen ratapiha ja sen lähtötietomallin mittaus ovat kaksi erillistä, mutta toisiinsa liittyvää pilottihanketta. Lähtötietomallin mittaus -pilotissa tavoitteena on tutkia, miten kauko-ohjattavalla pienoislentokoneella toteutettava mittaus ilmasta käsin ja siihen liitetty fotogrammetrinen mittausjärjestelmä soveltuu ratapihan digitaalisen lähtötietomallin mittaukseen. Menetelmän tarkoituksena on luoda yksi lähtötietomalli seuraavan vaiheen ratasuunnittelua varten. Osapuolia mittausprojektissa ovat Liikennevirasto, Oulun yliopisto ja Mitta Oy. [37; 42.]

Jorvaksen aseman ratasuunnittelu -pilotissa tavoitteena on kehittää tuotemallipohjaisten infrahankkeiden tarjouspyyntöprosessia ja ratasuunnitelman tuotemallivaatimuksia. Kehitettäviä asioita ovat tarjousten arviointimalli ja arviointitasot, joihin kuuluu tarjouksiin ja tarjoajien esittämien työnäytteiden arviointi. VR Track Oy toimii pilotissa rata-

suunnittelijana. Muita osapuolia ovat Liikennevirasto, Kon-Ins Oy, VAKEVA, VTT, FINNMAP Infra Oy, Sito Oy ja Oulun yliopisto. [43.]

3.4 Silta- ja taitorakennehankkeet

Liikenneviraston laatiman määritelmän mukaan taitorakenteiksi luetaan kaikki sellaiset rakenteet, joiden rakentamiseksi on laadittava lujuuslaskelmiin perustuvat suunnitelmat ja joiden rakenteellisesta vaurioitumisesta voi aiheutua vaaraa ihmisille tai liikennejärjestelmille. Tyypillisiä taitorakenteita ovat sillat, tunnelit, laiturit, paalulaatat ja tukimuurit. [44.]

Käynnissä olevia siltapilotteja ja niihin liittyviä taitorakenteiden mallinnuspilotteja on käynnissä yhteensä kahdeksan. Hankkeet on esitelty taulukossa 3. Viidessä näistä tilaajana toimii Helsingin kaupungin rakennusvirasto (HKR) ja kolmessa Liikennevirasto. [Taulukko 3.]

Taulukko 3. Käynnissä olevat silta- ja taitorakennepilotit. [38; 43.]

Pilottihankkeet	Mallinnettavat kohteet	Tilaaja	Pääsuunnittelija
Varjakanpuisto	Vesistösilta, tulvavalli	HKR	Sito (silta), FCG (valli)
Melatie	Vesistösilta, tulvavalli	HKR	Sito (silta), FCG (valli)
Töölönlahti	Pyörätunneli	HKR	Sito
Junatie	Alikulkukäytävä, sillat (3kpl)	HKR	Sito
Hyväntoivonpuisto	Puisto, sillat, tukimuurit, portaat	HKR	Ponvia, VSU
Nybro	Vesistösilta	Liikennevirasto	A-Insinöörit
Karhumäki	Ylikulkusilta	Liikennevirasto	A-Insinöörit
Kehä III ja Lentoasemantie	Tukimuurit	Liikennevirasto	A-Insinöörit

Karhumäen sekä Kehä III ja Lentoasemantien hankkeet ovat osana suurempaa hanketta Kantatien 50 (Kehä III) ja Lentoasemantien parantaminen. HKR:n pilottihankkeita

on käynnissä vielä enemmän, mutta insinööriyössä käsiteltävät hankkeet ovat listattu-
na taulukkoon. Pilotoitavia asioita HKR:n hankkeissa ovat muun muassa

- tietomallintamisen työtapojen kehitys
- mallipohjainen tiedonsiirto hankkeen rakennuttamisen ja rakentamisen ai-
kana
- yhteistoiminta eri mallinnusohjelmistojen välillä
- yhdistelmämallin luominen
- piirustustarpeen minimointi. [38; 45; 46.]

Hankkeiden suunnitelmat ovat lähes valmiit. Hankkeiden urakkakyselyt ja rakentami-
nen pyritään toteuttamaan hyväksikäyttämällä mahdollisimman paljon tietomallia. Näis-
tä työvaiheista saadaan kokemuksia vasta tulevaisuudessa, kun hanke lähtee urakka-
kyselyyn. Liikenneviraston hankkeista Nybron vesistösilta on jo edennyt loppuraportti-
vaiheeseen. Karhumäen ja Lentoasemantien hankkeet ovat vielä kesken. [38; 45; 46.]

3.5 Vesiväylähankkeet

Infra FINBIM -työpaketin vesiväylähankkeita edustaa merenpohjan ruoppauksen malli-
pohjaisen toimintaprosessin kehittämiseen keskittyvä ”Dredging BIM”, joka on ainoa
pelkästään vesiväylän tietomallinnusprosessin kehitystä käsittelevä pilottihanke. Pilo-
tissa osapuolina ovat Liikennevirasto, Terramare Oy, Meritaito Oy sekä Oulun yliopisto.
Projekti on alkanut 1.3.2012 ja sen arvioitu päättymisajankohta on joulukuussa 2013.
Pilotissa on tavoitteena tutkia ja kehittää ruoppauksen uutta tietomallintamista ja auto-
maatiota hyödyntävää toimintamallia sekä julkistaa se koko alan hyödynnettäväksi.
Pilottihankkeesta on tuotettu diplomityö ”Väyläruoppauksen tietomallipohjaisen proses-
sin kehittäminen”, jonka on tehnyt Heikki Paukkeri Meritaito Oy:lle loppuvuonna 2012.
[20; 38; 42.]

3.6 Pilottihanke: Maintenance BIM

Maintenance BIM on yksi tieväylien ylläpitoon liittyvistä pääpiloteista Infra FINBIM -
työpaketissa. Pilotissa on mukana veturiyrittäjä NCC Roads Oy:n lisäksi Destia Oy,
FINNMAP Infra Oy, Sito Oy sekä Kaakkois-Suomen ELY-keskus. Pilottihankkeen en-

simmainen vaihe kahden osapilotin osalta on loppudokumentointia vaille valmis ja se on siirtynyt arviointivaiheeseen. [38.]



Kuva 7. Maintenance BIM -havainnekuvassa oranssilla hahmotettu tieurien kulumista. [43.]

Tavoitteena pilotin ensimmäisessä vaiheessa oli tieväylien hoidon ja ylläpidon tietomallipohjaisen prosessin kehittäminen ja hallittu käyttöönotto Suomessa. Pilottia suoritettiin Espoossa Kantatie 51 Kivenlahti-Kirkkonummi välillä sekä Parikkalassa Valtatiellä 6. Molemmissa kohteissa kyseessä oli vanha yksiajoratainen tie, jolle tehtiin muutoksia tien tasaukseen. Pilotoitavia ja testattavia asioita hankkeessa olivat:

- Lähtötietomallin rakentaminen hyödyntäen laserkeilattua väylämallia ja maatutkaluodattua rakennemallia.
- Tien tasauksen tietomallipohjainen suunnittelu tasausjyrsinnän ja massatasauksen optimoinnin välillä.
- Koneohjausjärjestelmän testaaminen tasausjyrsinnässä, massatasauksessa ja päällystelaatan valmistuksessa. [38.]

Mallipohjaisen ylläpito-hankkeen tiedonsiirron kulkukaavio on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Mallipohjaisen prosessin kuvaus ja tiedonsiirto tien ylläpito-hankkeessa yläriviltä vasemmalta alkaen. [47.]

Maatutkauksen tiedonsiirto tehtiin hankkeessa Excel-pohjaisesti kahdella tavalla. Ensimmäisessä tapauksessa Excel-pohjainen vertailu tehtiin suunniteltuun jyräintämäärään tutkatuilta linjoilta, josta lopuksi varmistettiin nykyisen asfaltin riittävyys. Toisessa tapauksessa maatutkauksella selvitettiin asfaltin alapinnan pisteiden sijainnit, josta mitattu aineisto vietiin lähtötietomalliin. Mallipohjaisella suunnittelulla varmistettiin nykyisen asfaltin riittävyys. [43.]

4 Tulokset

Tässä luvussa käsitellään insinööriyön tuloksia, tiedonkeruussa saatuja materiaaleja ja aineistoja, esitellään luokitteluohjetta ja sen laatimiseen liittyviä asioita, muita olennaisia kehitystarpeita, sekä ylläpitopilotin omia että yhteisesti havaittuja kehityskohteita. Tiedonhallinnan kyselyvastauksista on koottu yhteenveto kappaleeseen 4.3.5.

4.1 Tiedonkeruu

Tiedonkeruun tulokset ovat esillä pilottien aineistot -taulukossa [Liite 3]. Taulukossa on esitettynä, mitä aineistoja kustakin pilotista saatiin kerättyä. Taulukkoon lisättiin pilottihankkeiden pilottikortteja, pilottisuunnitelmia, väli- ja loppuraportteja sekä muuta aineistoa yhteystietoineen. Saadun materiaalin pohjalta jokaisesta pilottihankkeesta poimittiin olennaisimmat asiasanat, jotka kuvaavat kutakin hanketta parhaiten. Asiasanoilla tunnistetaan keskeisimmät pilottihankkeisiin liittyvät asiat, joita on tarkoitus hyödyntää pilottiportaalin asiasanahaussa. Tiedonkeruu on vieläkin kesken, sillä monien hankkeiden aineistojen toimitukset ovat viivästyneet johtuen muista työkiireistä tai pilottien venyneestä aikataulusta. Näin ollen aineistoa ei ole voitu vielä lisätä näkyville pilottiportaliin.

Tiedonkeruun tärkeimpänä asiana jatkokehityksen kannalta oli kerätä kaikki piloteissa tuotetut ladattavat aineistot ja tiedostot, joista merkittävimpana asiana oli selvittää saadun materiaalin pohjalta käytössä olleita työtapoja. Kuten liitteestä 3 voidaan päätellä, tietoa saatiin kerättyä yrityksiltä hyvinkin vaihtelevasti. Hankkeiden eriaikaisuudesta johtuvat syyt vaikuttivat tiedonkeruun tulosten epämääräisyyteen.

4.2 Ladattavat aineistot ja luokitteluohje

Tavoitteena insinööriyössä oli laatia luokitteluohje ladattaville aineistoille. Työssä tuli pohtia, miten pilottiportaalin ladattavat aineistot on luokiteltava, jotta muutkin portaalin käyttäjät löytävät tarvitsemansa aineiston vaivattomasti. Luokitteluohjeen laatiminen koettiin merkittäväksi, sillä ohjeella pyrittiin testaamaan saadaanko kaikista vastaanotetuista aineistoista mahdollisimman yhteneviä, mutta kuitenkin sisäisesti toisistaan helposti eroteltavia kokonaisuuksia.

Tiedonkeruusähköpostien kiireellisen aikataulun vuoksi luokitteluohjeen muotoa ei ehditty pohtia ennen viestien lähetystä, koska reilut kaksikymmentä sähköpostiviestiä tuli lähettää esitetytynä nopeasti matkaan. Hankkeiden vetäjille tuli antaa riittävästi aikaa varautua aineistojen ja dokumenttien koontiin. Lisäksi ei ollut tietoa siitä, millaista aineistoa hankkeissa on tuotettu ja miten yrityksissä on päätetty ulkoisesti esittää tuotettua dataa. Kiireellisen aikataulun takia pilottien vetäjille ei määritelty tarpeeksi ajoissa miten ja missä muodossa aineisto tulee lähettää ja mitä sen tulee sisältää. Näin ollen

osalla pilottien vetäjistä saattoi olla käsitys, että tulokseksi riittää pelkkä suunnittelu-kohdetta havainnollistava 3D-malli. Vasta aineistojen toimituksen jälkeen koettiin merkittäväksi saada tietoa käytössä olleista materiaaleista ja työtavoista, eli juuri niistä asioista, jotka ovat mahdollistaneet tietomallin muodostumisen pilottihankkeissa.

Tavoitteisiin ei täysin päästy, mutta luokitteluohjeesta laadittiin luonnosversio, jonka toimivuutta testataan tiedonkeruuprosessin jatkuessa ladattavien aineistojen keräämisellä. Aineistojen vienti pilottiportaaliin jatkuu vielä erillisenä toimeksiantona, jota työskennetään pitkälti saman työryhmän voimin. Portaaliin tulevan aineiston luokittelua hahmoteltiin seuraavanlaisella jaottelulla:

- Lähtöaineistot
- Suunnitelmatiedostot
- Mallit
- Toteumatieto
- Muu aineisto

Keskeisenä ongelmana luokittelussa on saadun tiedon kategorisointi yllä olevan pääjaon mukaan: miten kukin aineisto on tunnistettavissa ja mitä kukin tiedosto sisältää? Luokitteluohjeen laadintaa hankaloitti pilottien aineistojen toimituksen viivästyminen yrityksissä, josta seurasi aikatauluongelmia insinööriyön projektinhallinnalle. Luokitteluohjeen laatimiselle ja testaukselle saadun aineiston pohjalta jäi liian vähän aikaa. Alkuperäisenä tavoitteena oli päästä käsiksi ladattaviin aineistoihin mahdollisimman hyvässä vaiheessa. Ladattavien aineistojen toimitukselle olisi pitänyt asettaa erillinen tavoite, jotta olisi pystytty arvioimaan paremmin, milloin aineistoa olisi voitu lähettää luokiteltuna eteenpäin pilottiportaalin pystytyksestä vastaavalle Sitolle.

Tietomalliosaamisen ja mallintamisprosessin tuntemuksen ollessa heikolla pohjalla ei osattu vaatia oikeanlaista aineistoa, eikä yrityksissäkään tiedetty tarkalleen mitä olisi pitänyt lähettää. Tietämättömyys aineiston laadusta ja poikkeavuudesta lisäsi haasteita, sillä eri formaatit ja ohjelmistot muodostavat aineistoa eri tavoilla ja erilaisiin kokonaisuuksiin. Esimerkiksi Teklan ohjelmistoilla saadaan tuotettua kaikki vaadittava tieto samaan mallikansioon, ja sitä voidaan havainnollistaa kätevästi muun muassa Tekla BIMSight-mallilla. Tällainen tieto soveltuu hyvin havainnollistamiseen, eikä sitä voida pilkkoa erikseen detaljitason osakokonaisuuksiin.

Tämänhetkisten saadun aineiston pohjalta luokittelun muodostusta saattaa helpottaa yritysten sisäiset kansiorakennemallit. Tiedon- ja projektinhallinnan toimivuuden kannalta myös yrityksissä on oltava jonkinlainen tieto siitä, mistä kaikki hankekohtaiset tiedot löytyvät, ja missä kansioissa hankkeen tarkemmat suunnitteluaineistot, lähtötiedot ja muut tiedostot sekä mallit ovat listattuina. Tällöin jokaista tiedoston tietosisältöä ei tarvitse erikseen tutkia, vaan karkea luokittelu suoraan kansion nimen pohjalta ladattavaksi zip-tiedostoksi toimisi hyvin.

Ladattavaa aineistoa saatiin hyvin vaihtelevasti, osa vetäjistä koki riittäväksi lähettää pelkkä malli, osalta taas tuli hyvin paljon tiedostoja ja dokumentteja. Asenteet ja muut käynnissä olevat projektit yrityksissä vaikuttivat toimitettavan aineiston laatuun. Osalla oli niin kova kiire, ettei aineiston luokitteluun ja sisältöön oltu panostettu riittävästi.

4.3 Käyttäjäkyselyt

Tiedonkeruulomakkeen loppuun lisättiin mallinnuksen käyttäjäkokemuksiin pohjautuvia kysymyksiä [Liite 1], koska tiedonkeruuvaiheessa huomattiin pilottihankkeiden aikataulujen venyneen sen verran pahasti lähes kaikissa hankkeissa, ettei loppuraportteja ollut saatavilla kuin kahdesta pilotista. Useissa hankkeissa loppuraporttien piti alun perin valmistua alkuvuodesta 2013. Opiskelijoiden pohtimat kysymykset muotoiltiin VTT:n laatiman loppuraportin raportointiohjeen kaltaisiksi:

- Miten nimikkeistöt/ohjeet tukevat mallinnusta? Missä ovat haasteet? Konkreettisia esimerkkejä.
- Mitä hyviksi havaittuja ja toimivia työtapoja on löydetty?
- Havaitut haasteet, ongelmat ja kehitystarpeet? Miten havaitut ongelmat/haasteet voitaisiin poistaa? Minkälaisia toimenpiteitä se vaatisi eri osapuolilta? Ketkä ovat osapuolet?
- Miten tiedonsiirto tehtiin (kuvaajapinnat/standardit/formaatit)? Mikä osa tiedonsiirrosta on (joko testauksen tai arvion mukaan) valmista käyttöön-otettavaksi ja mitkä osat tulee kehittää ennen kuin niitä voidaan testata?
- Mitä jatkotoimenpiteitä eri osapuolet aikovat tehdä pilotin jälkeen?
- Minkälainen merkitys pilotoitavalla asialla on ollut eri osapuolien näkökulmasta? Onko eri osapuolien tavoitteet saavutettu ja miltä osin? [Liite 1]

Tiedonkeruulomakkeisiin lisättyihin kysymyksiin tuli vastauksia yhteensä yhdeksältä pilotilta. Lisäksi e-lomakkeelle lisättyihin kysymyksiin saatiin vastauksia vielä myöhemmin kahdelta pilotteihin osallistuneelta henkilöltä. Kyselyt toteutettiin maaliskuussa 2013. Seuraavassa kappaleessa on esitetty tien ylläpidon pilottihankkeen vastauksia urakoitsijan ja suunnittelijan näkökulmista tehtynä yhteenvetona.

4.3.1 Tieväylän ylläpidon mallipohjaisen prosessin toimivia työtapoja

Kyselyllä kartoitettiin toimivia työtapoja piloteissa. Kyselyyn vastanneiden yhteinen näkemys oli, että hyväksi havaittujen menettelyjen ja tiedon jakaminen kehittävät alaa. Tässä pilotissa toimiviksi havaittuja työtapoja suunnittelijan ja ylläpitourakoitsijan näkökulmasta olivat

- mobiililaserkeilaus
- kohteen paikalliskoordinaatistossa toimiminen
- jyrinnän, tasauksen ja päällystyksen optimointi
- koneohjauksen toimivuus erityisesti jyrinnässä.

Tasausjyrinnän ja massatasauksen optimointi oli mahdollista toteuttaa mallipohjaisesti. Kaltevuuden ja korkeusaseman muutosten vaikutukset voitiin myös optimoida mallipohjaisesti. Pilotissa saavutettuja selkeitä hyötyjä kustannustehokkuuden kannalta olivat asfalttimassan raaka-ainesäästöt, energiankulutuksen säästöt sekä massan kuljetuksessa että valmistuksessa ja itse prosessissa säästetty aika. Lisäksi etuna oli ennen kohteen varsinaista toteutusta tilaajalle tuotettu kustannustieto, jossa määrät oli mahdollista laskea suoraan mallista.

4.3.2 Tieväylän ylläpidon mallipohjaisen prosessin kehitystarpeita

Kyselyn tuloksena löydettiin kehitystarpeita mallipohjaiseen työskentelyyn tieväylän ylläpitoprosessissa. On tiedossa, että mallinnuksen nimikkeistö mahdollistaa alalle yhteisen käytännön tiedonsiirron ja -vaihdon osalta. Ylläpito-hankkeen kannalta nimikkeistö on kaikessa rakentamiseen liittyvässä ajateltu kuitenkin uuden tekemistä varten, ei ylläpitoon. Muutenkin ylläpidon mallipohjaisen toiminnan kannalta erityisnimikkeistöä on määritelty vähän tähän mennessä. NCC Roads Oy:n pilottihankkeen vetäjän tehtä-

vänä on määrittää ylläpidon mallinnusvaatimuksista luonnosversio vuoden 2013 aikana.

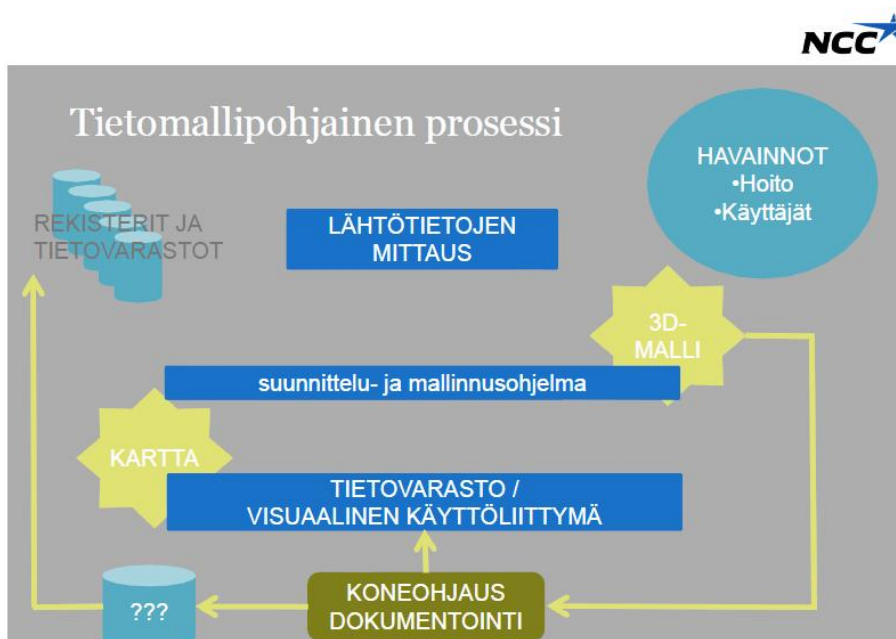
Ylläpidossa tulevaisuuden haasteena ovat päällystystöiden vaatimusten ja kriteerien määrittäminen. Mitä ovat vaatimukset kaltevuuksien, epätasaisuuksien ja minimi- sekä maksimipaksuuksien osalta? Milloin esimerkiksi pystygeometrian puutteet ajoradalla johtavat liikenneturvallisuuden vaarantumiseen? Nämä ovat infran omistajan määritysvastuulla, jossa tavoitteena on löytää selkeät teoreettiset ja käytännön rajapinnat mallipohjaisen kunnossapitoprosessin käynnistymiselle. Mallinnuksen myötä suunnittelijan rooli korostuu ylläpito-hankkeessa, joten uusien roolien tuomat vastuut ja työnjaot on määriteltävä tarkemmin, jotta hankkeessa pysytään sovituksessa aikataulussa. Haasteeksi koettiin lisäksi tasausoptimoinnin automatisoinnin myötä rutiinien kehittäminen mallipohjaisessa suunnittelussa samoin kuin jyrsinnän ja tasauksen toteutuksen suunnittelu.

Lähtötiedon sitominen paikalliskoordinaatistoon edellyttää kiintopisteiden tai paalutuksen merkitsemistä maastoon, josta niiden koordinaatit ja korkeusasemat voidaan mitata jokaiseen mitattavaan lähtötietoon mukaan. Jos lähtötietoja kerätään muualta, esimerkiksi tierekisteristä, on näiden suhteet määriteltävä erikseen kohteen paikalliskoordinaatistoon nähden. Paikalliskoordinaatistossa jokaisen pisteen sijainti tunnetaan suhteessa toisiinsa nähden.

Ylläpitourakoitsijan on huomioitava omassa tekemisessään kaluston liike työmaalla ja niistä johtuvat takymetrin ja prisman väliset katkokset sekä koneen prisman sijainti suhteessa koordinaatistoon. Mallipohjaisessa suunnittelussa tietomalliin on sisällytettävä apulinjat riittävän leveälle, jotta työmaalla työkoneen prisma ei missään olosuhteessa joudu mallin ulkopuolelle. Jyrsintä- ja levityssuunnalla on myös merkitystä, kun toimitaan mallipohjaisesti. Laitekehityksen tavoitteena on mahdollistaa taiteviivojen, kuten harjojen ja jiirien sijaintien vienti suoraan koneohjausjärjestelmiin ilman, että niitä tarvitaan merkitä erikseen maastoon. Käytännössä tämä tarkoittaa suuremman näytön hankintaa koneeseen, jotta näytöltä voidaan paremmin tarkastella työkoneen omaa sijaintia suhteessa leikkaukseen ja täyttöön. Työmaalla tehtävänä on havainnollistaa koneen kuljettajalle tieväylän taiteviivojen sijainti sekä työskentely mallipohjaisesti.

4.3.3 Tieväylän ylläpidon mallipohjaisen prosessin yhteenveto

Pilottiin asetetut tavoitteet koettiin saavutetuiksi. Suunnittelu mallipohjaisesti oli tehokasta ja havainnollistavaa. Mallin tuottaminen vanhasta tiestä pystyttiin tekemään nopeasti ja tarkasti, jossa mallin tarkkuudessa oli enintään 15 millimetrin heittoja. Lisäksi ylläpitotyön laatu oli hyvää ja lopputulos tarkka. Kyselyistä selvisi, että haastavissa kohteissa toteuttaminen mallipohjaisesti oli nopeampaa kuin perinteisellä menetelmällä. Koneohjausmallin ja toteuman mittaus mallipohjaisesti tarjoaa laadunvarmistukseen paljon mahdollisuuksia ylläpitokohteissa. Aiemmin niiden hyödyntämiseen ei ole vielä löytynyt käytännön mahdollisuuksia.



Kuva 9. Tietomallipohjaisen ylläpidon prosessikaavio. Tavoitteena visuaalinen käyttöliittymä mallipohjaisen ylläpitoprosessin sujuvoittamiseksi. [47.]

Hankkeessa keskeisenä haasteena oli selvittää, miten tien ylläpidon tarpeita vastaava visuaalinen tietovarasto voidaan tuottaa. Tietovaraston sisällön lähtökohtana on 3D-pohjainen lähtötietomalli, joka muodostetaan tien mobiilikartoituksella ja maatutkaluotauksella. Muita hyödynnettäviä tietovarastoja, joista tietoja voidaan kerätä, ovat tierekisteri, kiinteistötietojärjestelmä ja alueurakoitsijan tekemät havainnot. Vaihtoehtoja visualisoinnin mahdollistamiseksi tarjoavat mallipohjaiset suunnitteluohjelmistot, web-pohjaiset palvelut (esimerkiksi Google Earth) sekä ylläpidon tietotekniset ratkaisut, kuten erityisomaisuuksia maatutkatiedon käsittelyyn sisältävä Road Doctor. Kuvassa 9 on esitetty mallipohjaisen tieväylän ylläpidon prosessikaavio. [47.]

Tulevaisuudessa myös ylläpidon hankinta voitaisiin toteuttaa mallipohjaisesti sisältäen ohjelmoinnin, kohdesuunnittelun ja urakoinnin, mikäli koko Suomen tieverkko olisi tietomallinnettu. Nykyään lähtötietomallin toimivuus edellyttää ylläpito-hankkeessa olemassa olevaa tietoa tiegeometriasta ja tien rakennekerroksista sekä vanhoja suunnitelmia, tutkimuksia ja selvityksiä. Ylläpidon mallipohjainen hankinta koetaan haastavaksi niin pitkään, kun ylläpidon lähtötietoa ei ole tieverkosta mallipohjaisesti olemassa.

Mallintamista on toistaiseksi kokeiltu vasta hyvin kapealla ylläpidon osa-alueella, mutta tähänastiset tulokset ja kokemukset ovat osoittautuneet positiivisiksi. Päälystysurakoitsijan halukkuus hyödyntää tekniikkaa edesauttaa koko tietomallin kehitystä ylläpidon sektorilla. Myös tilaajaosapuolen saavuttamat hyödyt ylläpidon tietomallipohjaisessa prosessissa on koettu merkittäviksi. Tilaajalle on mahdollista esittää uutta tekniikkaa hyödyntäen massatasapainolaskelmat ja suunniteltujen muutosten kustannusvaikutukset.

Kyselyistä saatiin selville, millaisia jatkotoimenpiteitä eri osapuolet aikovat tehdä. Ylläpitourakoitsijan tavoitteena on kehittää tasausoptimointimenetelmää ja tuoda menetelmä kilpailukykyisenä tuotteena tieväylän ylläpidon markkinoille. Lisäksi mallipohjaisen päälystystyön markkinointia aiotaan jatkaa ja kehittää valmiuksia mallipohjaisen projektin hyödyntämisessä edelleen kohti laadukkaampia lopputuloksia. Suunnittelijan näkökulmasta toivottiin, ettei suunnittelun merkitystä ylläpito-hankkeissa pidä väheksyä, sillä laadukkaalla suunnittelulla voidaan saavuttaa lisäarvoa mallipohjaisen ylläpito-hankkeen läpivientiin. Pilotin tarkempi arviointivaihe on vielä kesken ja loppuraportti valmistunee kesällä 2013.

4.3.4 Yhteiset kehitystarpeet

Käyttäjäkyselyillä ja pilottien raportteihin pohjautuvalla aineistolla kerättiin hankkeissa ilmenneitä yhteisiä kehitystarpeita. Kehitystarpeista tehtiin aluksi yhteenvedot jokaisen hankkeen osalta, jonka jälkeen pilottikohtaisista vastauksista poimittiin esille pilottien välillä esiintyneitä kehityskohteita. Lopuksi vastauksista koostettiin taulukko, johon lisättiin esiintymisjärjestyksessä merkittävimmät kehityskohteet ja tehtiin johtopäätökset.

Yleisimpänä kehitystarpeena nähtiin mallinnusohjeistuksen ja -vaatimusten sekä nimikkeistön kehittäminen. Mallinnusohjeistusta ja nimikkeistöä tulisi kehittää vastaamaan jokaisen infran eri tekniikkalajin mallinnusprosessin tarpeita. Yksityiskohtaisen mallin-

tamisen havaittiin vievän paljon aikaa. Mallintamistarkkuuden määrittäminen heti projektin tilausvaiheessa on tärkeää, jotta se olisi tarkoituksenmukaista. Tärkeäksi nähtiin myös työmaan tarpeiden selvitys mallinnuksen osalta; kuinka tarkkoja malleja työmaalla todellisuudessa tarvitaan? Yleisesti ottaen koettiin, että ohjeissa on jo toimivia suuntaviivoja mallien tuottamiseen ja ne toimivat pääpiirteittäin mallintamisen pohjana, mutta haasteena on saada kehitettäviin ohjeisiin eri mielipiteet mukaan ja sovittaa näkemykset yhteen. Ohjeet ja nimikkeistöt ovat vielä alustavia, ja niihin tulee jatkuvasti tarkennuksia ja uusia päivityksiä kehityksen myötä.

Taulukko 4. Kyselyjen ja raporttien pohjalta laadittu kehitystarveyhteenveto. Analyysiin sisältyy yhteensä 21 pilottihankkeelta kerätyt kommentit. Vasemmalla pilottihankkeiden lukumäärä kehitystarpeiden mukaan jaoteltuna. Esimerkiksi nimikkeistöjen kehitys koettiin tarpeelliseksi yhteensä kuudessa eri hankkeessa.

Pilottien lukumäärä	Kehitystarpeet
7	Mallinnusohjeet ja -vaatimukset
6	Nimikkeistöt
4	InfraModel-laajennus
3	Mallintamistarkkuuden määrittely
3	LandXML-murre-erot
3	Koulutus
2	Laadunvarmistus
2	Liittymäalueet ja toisiinsa liittyvien rakenteiden jatkuvat mallit
2	LandXML ja taiteviiva-aineistojen yhteensopivuus
2	Johtotietojärjestelmien mallinnus
2	Siirtymäkiilat

Tiedonsiirrossa LandXML:n aiheuttamiin murre-eroihin ohjelmistojen välillä tulisi kiinnittää enemmän huomiota. Ohjelmat sisältävät omanlaisensa murteen, joka korostuu siirrettäessä tietoa LandXML-muotoon ja haittaa siten tiedonsiirtoa. Mallien taiteviivojen tiedonsiirron sopivuus LandXML-muotoon aiheutti myös ongelmia, kun taiteviivat sijaitsivat lähellä toisiaan. Yhteensopivuus formaattien ja ohjelmistojen välillä on tärkeää, ja tästä syystä toivottiin, että Infra FINBIM -työpaketissa kartoitettaisiin erityisesti mallipohjaisen tiedonsiirron tarpeita ja täten parannettaisiin mallipohjaisen suunnittelun edellytyksiä. Inframodel-tiedonsiirtoformaattien kehitystarpeena nähtiin laajennus, joka huomioi muun muassa ruoppaustyöt ja radan varusteet. Infra FINBIM -työpaketissa on ilmentynyt tarvetta uusille Inframodel3-tiedonsiirtoformaatin toimintaa kehittäville ja sen ominaisuuksia hyödyntäville pilottihankkeille. Myös suunnittelijan ja urakoitsijan tiiviimpi yhteistyö koettiin merkittäväksi mallipohjaisessa tiedonsiirrossa.

Suunnittelutyössä kahden toisiinsa liittyvän kadun liitosalueiden ja tien risteyksen mallintaminen koettiin haastavaksi. Jatkuvien pintamallien muodostamisessa on vielä kehitettävää, esimerkiksi kuinka liittyvien väylien pinnat ositellaan suhteessa toisiinsa. Etenkin katuhankkeiden suunnittelussa siirtymäkiilarakenteiden mallintaminen koettiin vaativaksi työvaiheeksi. Siirtymäkiila on routimattomalla maa-aineksella täytetty, paksuudeltaan loivasti muuttuva kiila, jota käytetään alusrakenteen muutoskohtien aiheuttamien routanousuvaihteluiden ja kantavuuserojen loiventamisessa. [48.]

Laadunvarmistuksen siirtäminen mukaan tietomallihankkeisiin on tarpeellista. Nykyisillä järjestelmillä on mahdollista toteuttaa ennakoivaa laadunvarmistusta, jolloin toteuman mittaaminen on vain varmennustoimenpide laadun tasosta. Toteuttamisen laadunvarmistusmenetelmiin liittyviä pilottihankkeita toivottiin myös lisää.

Koulutuksen merkitys koettiin tärkeäksi monissa hankkeissa. Osapuolten valmiudet mallin käsittelyyn todettiin haasteellisiksi, sillä vaadittavaa mallinnusosaamista puuttui monelta taholta aina tilaajasta urakoitsijoihin ja materiaalin toimittajiin asti. Tietomalliohjelmien käyttäjät pystyvät kyllä suunnittelutyössään mallintamaan toimivia ratkaisuja, mutta mallien tulkintaan vaadittavaa osaamista tarvitaan myös hankkeisiin liittyvissä organisaatioissa ja yrityksissä.

4.3.5 Tiedonhallinta

E-lomakkeen kautta tehdyllä haastattelulla avarrettiin hankkeiden tiedonhallinnasta saatuja kokemuksia. Tässä kappaleessa on laadittu yhteenveto kyselyn vastauksista. Tutkimuksen tulosten luotettavuutta heikentää vastanneiden henkilöiden vähäinen määrä. Tiedonhallintaan liittyviä kysymyksiä oli yhteensä kahdeksan:

- Mitä tietoa olette tuottaneet tai hyödyntäneet ja missä vaiheessa?
- Mitä uudenlaista tietoa on tuotettu?
- Minkälaiseksi olet kokenut tiedon määrän?
- Minkälaiseksi olet kokenut tiedon laadun?
- Onko tiedonhallinta haastavampaa vai helpompaa uudessa prosessissa? Perustele.
- Onko löytynyt uusia potentiaalisia keinoja ja tapoja hallita tietoa?

- Mitä konkreettisia haasteita/ongelmia pilotin mallintamisen tiedonhallinnassa on löytynyt?
- Muut mietteesi tiedonhallinnan osalta?

Kyselyn avulla selvitettiin, että tietoa oli tuotettu pilottihankkeissa tiedonhallinnan näkökulmasta sopivasti. Tiedonhallinta digitaalisessa muodossa oli pääosin toimivaa. Uuden tietomuodon etuja olivat muun muassa kolmiulotteisuus, jolloin esimerkiksi törmäystarkastelu voitiin tehdä koko suunnittelualueelta. Näin ollen paikallisia leikkauskuvia ei erikseen tarvittu. Laadultaan kaikki mallipohjaisesti oleva tieto koettiin täsmälliseksi ja asioiden hahmottamisen kannalta helpommaksi. Uusi tiedonhallinnan toimintamalli asettaa kuitenkin vaatimuksia osapuolten mallien käsittelylle. Muillakin kuin mallin tekijöillä täytyy olla vaadittava osaaminen oikean tiedon löytämiseksi mallista.

Perinteinen kansiojärjestelmään perustuva tiedonhallinta ei nykymuodossaan ole kaikilta osin tehokasta. Hankkeissa koettiin tietojen lajittelulla olevan suuri merkitys, jotta välttyttäisiin penkomasta lukuisia kansioita, joista tietoa löytyy. Kehitystyötä tulisi kohdistaa jonkinlaisen käyttöympäristön luomiseen, jossa tieto olisi älykkäästi saatavilla. Eri formaateissa olevaa tietoa tulee paljon mallien tuottamisen aikana, jolloin kansioihin jää ylimääräisiä tiedostoja helposti lojumaan. Oleellisen ja tärkeän tiedon säilyttäminen sekä turhan tiedon karsiminen pois koetaan haasteelliseksi, mutta tiedonhallinnan kannalta tarpeelliseksi. Mallipohjaisen työskentelyn tarkkuus lisää haasteita tiedonhallintaan. Mallin laatijalta vaaditaan paljon tarkkuutta, jotta malleista saadaan toimivia ja virheettömiä. Mallien luomisen tarkkuus tuottaa kuitenkin enemmän tiedostoja, kun mallit eritellään pinnoittain ja kohteittain.

Tehtäessä muutoksia suunnitelmiin, täytyy varmistua viimeisimmän tiedon löytyvän työmaan koneohjausmallista. Jos muutoksia on mahdollista tehdä usean eri tahon toimesta, tieto viimeisimmästä muutoksesta täytyy löytyä osapuolten yhteisestä tietopankista. Tietopankille tulee mahdollisesti määrätä ylläpitäjä, joka on vastuussa viimeisimmän tiedon oikeellisuudesta.

5 Johtopäätökset

5.1 Tiedonkeruun kehittäminen

Tässä luvussa pohditaan tiedonkeruun kehittämistä vastaavanlaisia tutkimustöitä varten. Tiedonkeruu asetti lukuisia haasteita johtuen pilottihankkeiden monimuotoisuudesta. Aluksi ei ollut tietoa siitä, mitä ja millaista aineistoa pilottihankkeissa on tuotettu. Tiedonkeruuvaiheen jälkeen todettiin, että tietoa oli tuotettu yritysten sisällä vaihtelevasti. Osa piloteista oli jo ehtinyt siirtyä loppuarviointivaiheeseen, kun osa oli vasta alkuvaiheessa. Osaan piloteista sisältyi useampien infran eri tekniikkalajien mallinnusta tai ne olivat muuten laajempia kokonaisuuksia. Myös osapuolten sitoutuminen jakamaan uutta tietoa tapahtui hyvinkin vaihtelevasti. Tiedonjako koettiin yrityksissä monelta osin maksuttomana lisätyönä, eikä siihen haluttu sen takia panostaa riittävästi. Kun hankkeiden vetäjiltä pyydettiin aineistoa, ei ollut tarkalleen ottaen selvillä, millaista aineistoa oli saatavilla. Lisäksi ongelmallisena koettiin yritysten puolella, mitä tietoa olisi pitänyt lähettää osaltaan puutteellisen ohjeistuksen takia.

Tiedonkeruuvaiheessa pilottien vetäjille olisi pitänyt määritellä tarkemmin millaista aineistoa halutaan ja miten se tulisi luokitella. Ohjeistusta luokittelulle olisi pitänyt pohtia jo varhaisemmassa vaiheessa, jotta aineistot olisi voitu järjestää yrityksen tietokannoissa pyydetyllä tavalla ennen sen lähetystä. Tiedonkeruuseen löydettiin toimivia ja parempia tapoja vasta sen jälkeen, kun aineistoa alkoi saapua.

Kehitettiin luokitteluohjeelle luonnos saadun aineiston pohjalta, jonka on tarkoitus jäsennellä saatua tietoa jatkossa. Hankkeen vetäjät osaavat kanavoida yrityksissä oikeat ihmiset tekemään oikeita asioita, kun seuraavan kerran aineistoa kerätään. Ohjeistuksen toimivuutta ei ole ehditty vielä testaamaan, sillä osa piloteista on vielä käynnissä, eikä suunnitteluaineistoa tai muuta dataa ole tähän mennessä ollut saatavilla riittävästi uuden ohjeistuksen testaamiseksi.

Seuraavassa vastaavanlaisessa tutkimuksessa kyselyjen ja haastattelujen toteuttamiseen on syytä varata reilusti aikaa. Kiireisiltä hankkeiden vetäjiltä ei välttämättä saada vastauksia toivotussa ajassa eikä myöskään heti ensi yrittämällä. Aikataulun ollessa tiukka, tulee kyselyjen tulosten käsittelyä rajata koskemaan tiettyä joukkoa, joiden vastausten laatu koetaan tutkimuksen kannalta merkittäväksi. E-lomakkeen tarjoamat

mahdollisuudet kyselyjen toteuttamiseen kannattaa käyttää hyödyksi jatkotutkimuksissa.

5.2 Pohdintaa

Insinööriyön tutkimussuunnitelmassa määritetyt potentiaaliset ongelmat tiedonkeruun ja aineiston hallinnan osalta toteutuivat. Tutkimussuunnitelmassa oli määritelty ensimmäiseksi mahdolliseksi riskiksi tiedonkeruun suunnitellusta aikataulusta myöhästyneet vastaukset ja varautuminen tällaisen tapauksen toteutumiseen. Työssä toimittiin varautumissuunnitelman mukaan, jossa liian myöhään saapuva aineisto rajattiin pois insinööriyön sisällöstä. Ongelman paikkaamiseksi muotoiltiin Infra FINBIM -loppuraportointiohjeen pohjalta muutamia itse laaditut kysymykset tiedonkeruulomakkeen liitteeksi, jotta insinööriyöhön saatiin lisää syvyyttä ja tutkimuksellisuutta.

Aineiston puutteellisen hallinnan seuraukseksi oli arvioitu, että vastaanotetaan liikaa irrallista aineistoa ja jäsentämätöntä raakadataa suhteessa aikatauluun, joka mahdollisesti lisäisi luokittelun työmäärää suunnitellusta. Ongelmaan oli alkuvaiheessa laadittu varautumissuunnitelma, jossa pilottien vetäjiä pyydettiin tarvittaessa lähettämään aineistot valmiina lopputuotteena. Ongelmat osoittautuivat lopulta lähes päinvastaiseksi, kun varsinkin ladattavaa aineistoa vastaanotettiin niukasti. Suuren aineistomassan hallinnan ongelma muuttui lopulta aikataulun kannalta suurimmaksi ongelmaksi, kun hankkeen vetäjiltä jouduttiin useaan otteeseen tarkentamaan millaista aineistoa halutaan. Lopuksi ladattavien aineistojen karhuaminen jouduttiin keskeyttämään, jotta insinööriyön raporttiosuudelle saatiin varattua riittävästi aikaa.

Insinööriyön onnistumisen kannalta oli olennaista jäsenellä pilottihankkeilta saadut aineistot ja tiedostot mahdollisimman selkeisiin kokonaisuuksiin. Metropolian wiki-sivusto oli tiedonhallinnan osalta mainio työkalu. Wiki-sivusto toimii apuvälineenä Metropolian projektinhallinnassa ja projektien sisäisessä viestinnässä. Sivustolle pystytettiin pilottien tilannetta kuvaava taulukko, jonne kerättiin tietoa ladattavien aineistojen tilanteesta ja muita tietoja ja raportteja hankkeista [Liite 3]. Sito Oy:n kehittämällä web-pohjaisella Kaiku-palvelulla saatiin kaikki suunnitelmatiedostot ja muut suuret aineistot samaan paikkaan. Kaiku on Siton kehittämä turvallinen ja helppokäyttöinen projektiviestinnän työkalu. Kaikun avulla helpotettiin projektissa erikokoisten tiedostojen siirtoa ja kommentointia.

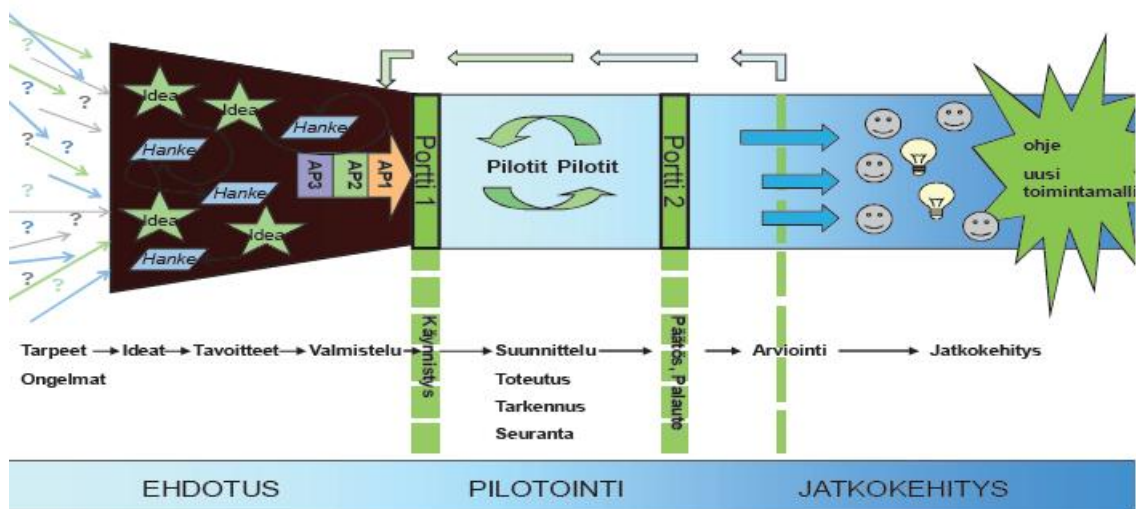
Infra FINBIM -työpaketin tavoitteellisena päämääränä tietomalleihin siirtymisessä on, että vuonna 2014 kaikki palvelut tilataan tietomallipohjaisena. Tavoite on hyvinkin optimistinen, sillä kehitystyö on vielä pahasti kesken. Mallinnusvaatimukset ja nimikkeistöt vaativat vielä hiomista, eikä pilottihankkeiden, joiden kautta pyöritetään koko Infra FINBIM -työpakettia, venyminen edesauta tilannetta lainkaan. Pilottien raportointi ja aineistojen kokoaminen koetaan yrityksissä lisätyönä eikä niitä kaikissa hankkeissa edes mielletä julkisiksi. Hankkeissa syntyy uutta tietoa, ja konsortiosopimuksen ehtona on ollut, että tuotettua aineistoa tulee jakaa myös muiden osapuolten nähtäville. Todennäköistä on, että muutos mallipohjaiseen palvelun tilaamiseen tapahtuu asteittain tulevien vuosien aikana.

Jatkuvassa infra-alan tietomallihuumassa kasvaa myös koulutuksen tarve. Ongelmana on, että osassa hankkeista ohjelmistojen käyttäjät hallitsevat ohjelmistot erinomaisesti, mutta muut projektin osapuolet eivät pysty saamaan tietoa mallista ulos johtuen puutteellisesta osaamisesta. Koulutusten määrä kasvaa varmasti sitä mukaa kuin mallinnusohjeistusta ja toimivia käytäntöjä tuotetaan käyttäjien hyödynnettäväksi. Infrarakentamisen suuntautumisvaihtoehdon valinneilla opiskelijoilla ei ole myöskään aiemmin ollut tietomallinnukseen liittyvää koulutusta, mutta tähän on onneksi tulossa helpotusta ensi syksyllä vapaavalintaisella opintojaksolla. Opintojakso käsittelee infrasuunnittelun tietomalleja, jossa luodaan kadun suunnitteluprojekti Novapoint-ohjelmistolla. Tietomallinnus on lähitulevaisuutta ja se toimii pian yleisenä toimintamallina infra-alalla, jolloin koulutukseen tulisi panostaa entistä enemmän, sekä yritysten henkilöstön täydennyskoulutuksessa että oppilaitosten ja korkeakoulujen perusopetuksessa. Tilaajaosapuoli on avainasemassa uusien käytäntöjen käyttöönotossa, jos tilaaja vaatii niitä, ne otetaan myös käyttöön. Tilaajan esimerkistä heijastuu siten laajalle alalle tarve uusista osaajista.

Metropolian Agricolankadun yksikön BIM Me Up! -seminaarissa Helsingissä heräsi mielenkiintoisia näkökulmia infra-alan mallipohjaisen siirtymäprosessin edistyksestä. Pohdintaa syntyi aiheesta miten saadaan myös pienet ja keskisuuret maanrakennusyritykset ja -yrittäjät mukaan mallipohjaiseen tuotantoon ja kuinka heidät saadaan sitoutumaan mallipohjaiseen toimintaan. Automaattisiin koneohjausjärjestelmiin sijoittaminen vie kuitenkin hintatasosta riippuen 5000–10000 euroa [49]. Kehitykseen pitää saada urakoitsijapuolelta mukaan sitoutuneisuutta ja avoimuutta uusille työtavoille. Muutos tapahtuu väistämättä ja se tulee koskemaan kaikkia osapuolia. Mallipohjaisen rakennustuotannon toteutumisen edellytyksenä pienten maanrakennusurakoitsijoiden piiris-

sä, niin rakentamisen kuin ylläpidon sektorilla, on isojen urakoitsijoiden investointi koneohjausjärjestelmiin, jotta aliurakoitsijat saavat koneohjauslaitteet omaan käyttöönsä.

Tehdyllä tutkimustyöllä on käyttöarvoa lähitulevaisuudessa, mutta mallinnuksen jatkuvan kehityksen johdosta insinööriyössä olevat pohdinnat ja johtopäätökset tukevat vain tämänhetkisen infra-alan tuotetietomallin siirtymisprosessin tarpeita. Tarkoituksena on saada kehitetyksi koko infra-alaa koskeva uusi toimintamalli, ja insinööriyö toimii osana koko muutosprosessia.



Kuva 10. Pilottianalyysin kulku Infra FINBIM -pilottihankkeissa. [50.]

Kuvassa 10 on esitetty pilottianalyysin kulkua tutkijanäkökulmasta. Uusia pilotoitavia hankkeita muodostuu tarpeesta kehittää kustannustehokkaampia liiketoimintamalleja ja tiedonhallinnan kannalta parempia ratkaisuja. Pilotoinnin jälkeen seuraa arviointivaihe, jossa mitataan käyttöarvoa piloteissa tuotetuista materiaaleista ja toimintamalliluonnoksista. Arviointeja verrataan keskenään, josta poimitaan toimivat työtavat talteen jatkokehitystä varten ja karsitaan huonot pois. Tavoitteena on laatia uusi toimintamalli, jonka avulla kehitetään infra-alaa pala palalta eteenpäin.

Lähteet

- 1 Junnonen, Juha-Matti. 2009. Tietotekniikkaa hyödyntävä infrasuunnittelu. Rakennusteollisuuden kustannus RTK Oy, Vammalan kirjapaino Oy.
- 2 RYM Oy. Yrityksen kotisivut. Verkkodokumentti. <<http://www.rym.fi/yritys/>>. Luettu 15.3.2013.
- 3 PRE-ohjelma. Verkkodokumentti. <<http://www.rym.fi/tutkimusohjelmat/PRE/>>. Luettu 15.3.2013.
- 4 Norjan tiehallinto. 2010. Ohjekirja HB 138: Tietomallit. Suom. Ramboll Finland Oy. 2011.
- 5 Pro IT–tuotemallitieto rakennusprosessissa. Verkkodokumentti. <<http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/>>. Luettu 28.3.2013.
- 6 Rakennustieto kotisivut. Infra FINBIM. 1/2011. Verkkodokumentti. <http://www.infrabim.fi/INBIM_mallinnusvaatimukset270111.pdf>. Luettu 28.3.2013.
- 7 Laatunen, Kimmo. 2013. Infra FINBIM -pilottipäivä nro 6. PowerPoint-esitys. Luettu 4.4.2013.
- 8 Rakennustieto kotisivut. Infra FINBIM. <http://www.rts.fi/infrabim/infrabim_uusi/tyopaketti.html>. Luettu 4.4.2013.
- 9 Rakennustieto kotisivut. Infra FINBIM. 3/2013. <http://www.rts.fi/infrabim/infrabim_uusi/infra_tieto_kulkee_pian_mallikkaasti.html>. Luettu 4.4.2013.
- 10 RYM Oy. LumoFlow–työtila. Verkkodokumentti. Salanasuojattu sivusto. <www.lumoflow.com>. Luettu 15.3.2013.
- 11 Strategisen huippuosaamisen keskittymät SHOK. 2011. Kotisivut. Verkkodokumentti. <<http://www.shok.fi/toiminta>>. Luettu 15.3.2013.
- 12 RYM Oy. Yrityksen kotisivut. Tutkimusohjelmat. Verkkodokumentti. <<http://www.rym.fi/tutkimusohjelmat/>>. Luettu 15.3.2013.
- 13 Rakennustieto kotisivut. Infra TM -hanke. Verkkodokumentti. <http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/infratm_hanke_lyhyesti.html>. Luettu 5.4.2013.

- 14 Rakennustieto kotisivut. Tutkimus- ja kehityshankkeet. Verkkodokumentti.
<http://www.rts.fi/infrabim/tutkimus_ja_kehityshankkeet.htm>. Luettu 5.4.2013.
- 15 InfraTIMANTTI-hankkeen esiselvitys. Loppuraportti. Verkkodokumentti.
<http://www.rts.fi/infrabim/InfraTimantti_Loppuraportti_100615.pdf>. Luettu 12.4.2013.
- 16 Rakennustieto kotisivut. InfraTIMANTTI. Verkkodokumentti.
<http://www.rts.fi/infrabim/infra_timantti.htm>. Luettu 12.4.2013.
- 17 Virtanen, Juuso. 2012. Väylähankkeen lähtötietomalli ja sen muodostaminen. Insinööritö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikka.
<https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/41296/OPNtyo_liitteinen_Virtanen_2012_04_25.pdf?sequence=1>. Verkkodokumentti. Luettu 8.4.2013.
- 18 Leppänen, Touko. 2012. Tietomallinnus infra-alalla. Case: Storhemtintien katupilotti. Opinnäytetyö. Lahden ammattikorkeakoulu, Ympäristötekniikka.
<https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/54381/Leppanen_Touko.pdf?sequence=1>. Verkkodokumentti. Luettu 8.4.2013.
- 19 Kemppainen, Liisa. 2012. Infrahankkeen 3D-tuotemallinnusprosessin arviointi ja kehittäminen. Insinööritö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikka.
<https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/41059/Insinoorityo_LKemppainen2012.pdf?sequence=1>. Verkkodokumentti. Luettu 8.4.2013.
- 20 Paukkeri, Heikki. 2012. Väyläruoppauksen tietomallipohjaisen prosessin kehittäminen. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka.
<<http://civil.aalto.fi/fi/tutkimus/vesi/opinnaytteet/paukkeri2012.pdf>>. Verkkodokumentti. Luettu 8.4.2013.
- 21 Häkkinen, Lauri. 2012. Tietomallien hyödyntäminen erikoispohjarakentamisen tuotanto-organisaatiossa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, Yhdyskuntarakentaminen.
<<http://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/21216/Hakkinen.pdf?sequence=1>>. Verkkodokumentti. Luettu 8.4.2013.
- 22 Rakennustieto kotisivut. Infra FINBIM. Mallinnusohjeet. Verkkodokumentti.
<http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/mallintamisohjeiden_luonnokset.html>. Luettu 12.4.2013.
- 23 Rakennustieto kotisivut. Infra FINBIM. InfraBIM-nimikkeistö. Verkkodokumentti.
<http://www.rts.fi/infrabim/infrabim_uusi/mallinnusohjeita/InfraBIM_nimikkeisto_v1_5.pdf>. Luettu 15.4.2013.
- 24 Rakennustieto kotisivut. Infra FINBIM. InfraBIM-sanasto. Verkkodokumentti.
<http://www.rts.fi/infrabim/infrabim_uusi/infrabim_sanasto.html>. Luettu 15.4.2013.

- 25 Schenkwein, Marion. Metropolia BIM Me Up! -seminaari. 27.3.2013. PowerPointesitys.
- 26 Rakennustieto kotisivut. Infra FINBIM. Inframodel3. Verkkodokumentti. <http://www.rts.fi/infrabim/infrabim_uusi/inframodel_3.html>. Luettu 12.4.2013.
- 27 Rakennustieto kotisivut. Infra FINBIM. Inframodel päivitys. Verkkodokumentti. <http://www.infrabim.fi/Inframodel_paivitys_v1_2_VTT_Loppuraportti.pdf>. Luettu 12.4.2013.
- 28 Pilottihanke: Maintenance BIM. Kyselytulokset. Saatavuus rajattu. Luettu 20.3.2013.
- 29 Rakennustieto kotisivut. Infra TM -pilottihanke. Tietomallit ja koneohjaus katu-hankkeissa. Verkkodokumentti. <http://www.rts.fi/infrabim/InfraTM_pilotti_Tampere_Oulu_loppuraportti.pdf>. Luettu 20.3.2013.
- 30 Novatron kotisivut. Koneohjausjärjestelmät. Havainnekuva. <http://www.novatron.fi/fi/images/3d_nakyma.png>. Luettu 20.3.2013.
- 31 Novatron kotisivut. Koneohjausjärjestelmät. Verkkodokumentti. <<http://www.novatron.fi/fi/koneohjaus.html>>. Luettu 20.3.2013.
- 32 Nieminen, Juha-Matti. 2011. Koneohjaus maanrakennustyössä. Opinnäytetyö. Saimaan ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikka. <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/27378/Nieminen_Juha-Matti.pdf?sequence=1>. Verkkodokumentti. Luettu 20.3.2013.
- 33 Geologian tutkimuskeskus. Maaperämalli. Verkkodokumentti. <<http://www.gtk.fi/tutkimus/tutkimusohjelmat/yhdyskuntarakentaminen/teemakartat.html>>. Luettu 18.4.2013.
- 34 Maanmittauslaitos kotisivut. Laserkeilausaineisto. Verkkodokumentti. <<http://www.maanmittauslaitos.fi/digituotteet/laserkeilausaineisto>>. Luettu 18.4.2013.
- 35 Ikäheimo, Aino. 2012. Pilottiportaali PowerPoint-esitys. Saatavuus rajattu. Luettu 5.4.2013.
- 36 Pesonen, Juha. 2012. Pilottiportaali PowerPoint-esitys. Verkkodokumentti. <http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/Pilottipaiva5/Pesonen_pilottiportaali.pdf>. Luettu 5.4.2013.
- 37 Rakennustieto kotisivut. Infra FINBIM. Pilottihankkeet. Verkkodokumentti. <http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/infracinbim_pilotit.html>. Luettu 12.4.2013.

- 38 Infra FINBIM -pilotit. Väliraportit. Saatavuus rajattu. Luettu 12.4.2013.
- 39 von Schantz, Niklas. 1/2013. Siltatekniikan päivät. PowerPoint-esitys. Saatavuus rajattu. Luettu 10.4.2013.
- 40 Pilottihanke: Mallipohjaisen radanrakentamisen automaatio. 1/2013. Loppuraportti. Saatavuus rajattu. Luettu 10.4.2013.
- 41 Nissolan ratasuunnitelma. Web-malli. Verkkolähde. <<http://194.100.38.31/Nissola.html>>. Luettu 22.4.2013.
- 42 Infra FINBIM -pilotit. Pilottisuunnitelmat. Saatavuus rajattu. Luettu 22.4.2013.
- 43 Infra FINBIM -pilotit. Tiedonkeruulomakkeet. Saatavuus rajattu. Luettu 22.4.2013.
- 44 Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastus. 2011. Verkkodokumentti. Liikenneviraston ohjeita. <http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2011-07_taitorakenteiden_rakennussuunnitelmien_web.pdf>. Luettu 19.4.2013.
- 45 Järvenpää, Tuomo. 2012. Infra FINBIM -pilottipäivä nro 4. PowerPoint-esitys. Luettu 5.4.2013.
- 46 Alajoki, Ville. 2013. Infra FINBIM -pilottipäivä nro 6. PowerPoint-esitys. Luettu 5.4.2013.
- 47 Marttinen, Manu. 2013. Infra FINBIM -pilottipäivä nro 6. PowerPoint-esitys. Luettu 5.4.2013.
- 48 Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. 2005. Verkkodokumentti. Tiehallinnon julkaisuja. <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200042-v-05leikkaukset_kaivannot.pdf>. Luettu 19.4.2013.
- 49 Maspart. Verkkokauppa ja hintatietoa. Verkkolähde. <<http://www.maspart.com/yritykset/m-o/novatron.html>>. Luettu 2.4.2013.
- 50 Peura, Jutta & Mäkeläinen, Tarja. 2013. Infra FINBIM -pilottipäivä nro 6. Pilottien analysointia. Saatavuus rajattu. Luettu 28.3.2013.

Tiedonkeruulomake



Tiedonkeruulomake
InfraFINBIM Pilottiportaali

1(3)

16.4.2013

Perustiedot

Kerättävä tieto	Tietosisältö
Projektin nimi	max 50 merkkiä. Käytetään projektin "kutsumanimeä".
Kuva	Kuvan korkeus 120 pix, kuvan leveys 200 pix. Väri, tai mustavalkoinen. Formaatti tiff, jpg, png
Kuvaus	Lyhyt kuvaus projektista, max 250 merkkiä. Sisältää avainsanat.
Aluerajaus	Projektin aluerajaus, joka voi olla jotakin paikkatietoformaattia (shp, tab, dgn, dwg) mukana tieto siitä, missä koordinaattijärjestelmässä tiedosto on (miehellään ETRS TM35-FIN) Jos aluerajaus ei ole saatavilla aluekohteena, voidaan ottaa vastaan esim. paperikartalle tussilla piirretty rajaus.
Luokka	Mihin luokkaan projekti kuuluu? (Tie / katu / rata / vesiväylä / taito-rakenne)

Yhteystiedot

Kerättävä tieto	Tietosisältö
Osapuolet	Yntykset ja yhteisöt, jotka osallistuivat projektiin, max 55 merkkiä
Yritys	Yritys, jolta projekti on tilattu, max 55 merkkiä
Yhteyshenkilö	Projektipäällikkö tms. yhteyshenkilö, jolta saa tarvittaessa lisätietoa, max 55 merkkiä
Yhteyshenkilön sähköposti	max 55 merkkiä
Tilaaaja	Projektin tilaaja, max 55 merkkiä
Aikataulu	Esim. 12.2.2012 – 29.12.2016 (projektin aloitus- ja päättymispäivä)
Pilottikortti	Pilottikortti pdf-tiedostona, toimitetaan lomakkeen liitteenä
Väliraportti	Väliraportti pdf-tiedostona, toimitetaan lomakkeen liitteenä
Loppuraportti	Loppuraportti pdf-tiedostona, toimitetaan lomakkeen liitteenä

Metropolia
Ammattikorkeakoulu

PL 4000
00079 Metropolia

Bulevardi 31
00180 Helsinki

Puhelin 020 783 5000

www.metropolia.fi
Y-tunnus: 2094551-1

16.4.2013

Kerättävä tieto	Tietosisältö
Pilottisuunnitelma	Pilottisuunnitelma pdf-tiedostona, toimitetaan lomakkeen liitteenä

Linkit muille sivuille

Kerättävä tieto	Tietosisältö
Linkki 1	Linkkejä voi olla 0-5 kpl. Jos linkki on hyvin pitkä (yli 30 merkkiä, annetaan nimi tai sana, jota klikataan)
Linkki 2	
Linkki 3	
Linkki 4	
Linkki 5	

Ladattavat aineistot

Kerättävä tieto	Tietosisältö
Aineisto 1	0-6 kpl zip -tiedostoja. Tiedoston nimi tulee näkyviin projektin tiedot -puhekuplaan. Tiedoston nimen pituus max. 30 merkkiä. Zip-tiedoston maksimikoko 300 MB. Aineisto voidaan jakaa esim. lähtöaineisto, kokousmuistiot, suunnitelmätiedostot, lopputulokset.
Aineisto 2	
Aineisto 3	

16.4.2013

Vastatkaa alla oleviin kysymyksiin mikäli loppuraporttinne ei ole valmistumassa aineiston palautuspäivään (28.2.2013) mennessä.

1. Miten nimikkeistöt/ohjeet tukevat mallinnusta? Missä ovat haasteet? Konkreettisia esimerkkejä.
2. Mitä hyviksi havaittuja ja toimivia työtapoja on löydetty?
3. Havaitut haasteet, ongelmat ja kehitystarpeet? Miten havaitut ongelmat/haasteet voitaisiin poistaa? Minkälaisia toimenpiteitä se vaatisi eri osapuolilta? Ketkä ovat osapuolet?
4. Miten tiedonsiirto tehtiin (kuvaajapinnat/standardit/formaatit)? Mikä osa tiedonsiirrosta on (joko testauksen tai arvioon mukaan) valmista käyttöönotettavaksi ja mitkä osat tulee kehittää ennen kuin niitä voidaan testata?
5. Mitä jatkotoimenpiteitä eri osapuolet aikovat tehdä pilotin jälkeen?
6. Minkälainen merkitys pilotoitavalla asialla on ollut eri osapuolien näkökulmasta? Onko eri osapuolien tavoitteet saavutettu ja miltä osin?

Kuvakaappaus pilottiportaalista

The screenshot displays the FINBIM Pilot Portal interface. The top navigation bar includes the FINBIM logo, the title 'Projektiportaali Demo', and user information: 'Tiedot & ohjeet', 'Kieli', and 'Kalle kirjautunut'. The main content area features a map of Hagaland with a red polygon highlighting a specific area. A sidebar on the left contains a search bar and filters for 'Tie' (Road) and 'Katu' (Street), with checkboxes for 'Projekti #1', 'Projekti #2', and 'Projekti #3'. A 'Näytä kartalla' button is located at the bottom of the sidebar. A detailed information window is open over the highlighted area, titled 'Infra FINBIM Pilottihankkeen nimi'. It includes a project description, a list of documents (Pilotkortti, VäliRaportti, Loppuraportti), and a list of links and downloadable materials.

Infra FINBIM Pilottihankkeen nimi

Projektin lyhyt kuvaus: Muutoin on talolla avaria metsiä, soita ja erä-maita, jotka, tämän tilustan ensim-mäisen perustajan oivallisen toiminnan kautta, olivat langenneet sille osaksi jo ison jaon käydessä entisinä aikoina.

Yleistiedot

Osapuolet	Osapuoli #1, Osapuoli #2, Osapuoli #3, Osapuoli #4
Tilaaaja	Tilaaajatahon nimi
Aikataulu	12.2.2012 — 29.12.2016
Pilottikortti	PDF projekti_pilotti.pdf
VäliRaportti	PDF projektinimi_valiraportti.pdf
Loppuraportti	PDF projektiLoppuraportti.pdf

Linkit (muille sivustoille)

<http://linkki/linkinalakansio/alakansio/aineistonimi.pdf>
<http://linkki/kansio/aineistonimi.pdf>

Ladattavat aineistot

PDF projekti_aineisto.pdf	DOC aineistoSelvitysVersio 1.doc
PDF sekalainen aineisto.pdf	
DOC muutaMateriaalia_001testi.doc	

Pilottien aineistot -taulukko

Pilotin nimi	Tyyppi	Asiasanat	Ladattavat aineistot	Pilottikortti	Pilottisuunnitelma	Väli raportti	Loppuraportti	Tiedonkeruulomake	Aluerajaus	Kuva
Vt7 Hamina Inframodel	Tie	Rakentaminen, geometrialinjat, tiedonsiirto, Inframodel	Saatu 12.3.2013	01_PK	01_PS	-	-	01_TKL	01_AR	01_K
Vanha Kirkkotie	Katu	Suunnittelu, rak. ympäristö, tiedonsiirto, LandXML, Inframodel	Soitettu kahdesti	02a_PK	02a_PS	2a_VR	02a_LRL *	-	-	-
Bassenkylä	Katu	Suunnittelu, kallioinen ympäristö, tiedonsiirto, LandXML, Inframodel	Soitettu laitettu s-postia	02b_PK	02b_PS	2b_VR	-	2b_TKL	2b_AR	2b_K
Storhemintie	Katu	Suunnittelu, pehmeikköalue, tiedonsiirto, stabilointi, LandXML, Inframodel	-	02c_PK	02c_PS	2c_VR	-	2c_TKL	-	02c_K
Tammitie	Katu	Suunnittelu, rak. ympäristö, tiedonsiirto, stabilointi, LandXML, Inframodel	Saatu 28.3.2013	02d_PK	02d_PS	2d_VR	-	2d_TKL	02b_AR	02d_K
Maintenance-BIM	Tie	Ylläpito, tasausoptimointi, koneohjaus	Saatu 3/2013	03_PK	03_PS	03_VR	kesällä 2013	03_TKL	3a_AR 3b_AR	03_K
VT8 Sepänkylän ohitustie	Tie	Rakentaminen, suunnittelu, tiedonsiirto, laadunvarmistus, koordinoitumalli, LandXML	Soitettu, Tulossa	05_PK	05_PS	05_VR	-	-	-	-
DredgingBIM	Vesiväylä	Ruoppaus, tiedonsiirto, lähtötietomalli, toteutusmalli, Inframodel	Saatu diplomityö 28.3.2013	06_PK	06_PS	06_VR	-	06_TKL	-	ks. tkl
VT 14 Laitaatsalmi	Kaikki	Suunnittelu, tiedonsiirto, yhdistelmämalli, mallien jälleenkäyttö	Saatu 2kpl ppt. 22.3.2013	09_PK	-	-	-	-	-	-
Laitaatsalmen lähtötietomalli	Kaikki	Suunnittelu, lähtötietomalli,	Saatu 1.3.2013	10_PK	ei ole?	10_VR	-	10_TKL	10_AR	10_K
Jorvaksen ratapihan lähtötietomallin mittaus	Rata	UAV-mittaus, radanpito, digitaalinen lähtötietomalli	Soitettu Tulossa	14_PK	14_PS	-	-	14_TKL	-	-
Jorvaksen ratapiha	Rata	Hankinta, Suunnittelu, Tarjouspyyntöprosessi, tuotemallivaatimukset,	Soitettu pilotti pahasti kesken	15_PK	-	15_VR	-	-	-	-
Vt 25 Meltola-Mustio	Tie, Taito-rakenne	Suunnittelu, rakentaminen, LandXML, Inframodel, tiedonsiirto, yhdistelmämalli	Saatu, lisää tulossa	17_PK	-	17_VR	-	17_TKL	17_AR	17_K

Pilotin nimi	Tyyppi	Asiasanat	Ladattavat aineistot	Pilottikortti	Pilottisuunnitelma	Väliraportti	Loppuraportti	Tiedonkeruulomake	Aluerajaus	Kuva
Nybro	Taito-rakenne, (5D-Silta)	Suunnittelu, tietomalli	vk 15-16	18 PK	-	18 VR	4/2013	18 TKL	18 AR	18 K
Varjakanpuisto	Taito-rakenne, (5D-Silta)	Suunnittelu, tietomalli, rakentamisen mallipohjainen hankinta	Saatu 13.3.2013	19 PK	ei ole	-	-	19 TKL	19 AR	ks. tiedonkl.
Melatie	Taito-rakenne, (5D-Silta)	Suunnittelu, tietomalli, rakentamisen mallipohjainen hankinta	Saatu 13.3.2013	20 PK	ei ole	-	-	20 TKL	20 AR	ks. tiedonkl.
Töölönlahti	Taito-rakenne (5D-Silta)	Tunneli, yleissuunnittelu, tietomalli, rakentamisen mallipohjainen hankinta	Saatu 13.3.2013	21 PK	ei ole	-	-	21 TKL	21 AR	ks. tiedonkl.
Junatie	Taito-rakenne, (5D-Silta)	Rakennussuunnittelu, rakentamisen mallipohjainen hankinta	Saatu 13.3.2013	22 PK	ei ole	-	-	22 TKL	22 AR	ks. tiedonkl.
Hyväntoivonpuisto	Taito-rakenne, (5D-Silta)	Yhdistelmämalli, mallintamistarkkuus, tiedonsiirto	Tulossa	23 PK	ei ole	23 VR	5/2013	23 TKL	23 AR	23 K
Nissolan ratasuunnitelma	Rata, Katu, Taitorakenne	Suunnittelu, tasoristeysten poistaminen, virtuaalimalli, web-malli	Tulossa	24 PK	-	24 VR	-	24 TKL	24 AR	24 K
Lumitöiden estekartoitus	Rata	Kunnossapito, mittausaineisto, lähtötietomalli, toteutusmalli, koneohjaus	Saatu 28.3.2013	25 PK	25 PS	25 VR	3/4.2013	25 TKL	25 AR	ks. tiedonkl.
Mallipohjainen radanrakentamisen automaatio	Rata	Toteutusmalli, laatimisoheje, laadunvalvonta	Saatu 28.3.2013	26 PK	26 PS	26 VR	26 LR	26 TKL	Suomen rataverkosto	ks. tiedonkl.
Karhumäen ylikulkusilta	Taito-rakenne, (5D-Silta)	Rakennussuunnittelu, tietomallintaminen	vk 19-20	28 PK	-	-	-	-	-	-
Kehä III ja Lentoasemantien tukimuurit	Taito-rakenne, (5D-Silta)	Suunnittelu, tietomallintaminen, tukimuurit	vk 19-20	29 PK	-	-	-	-	-	-